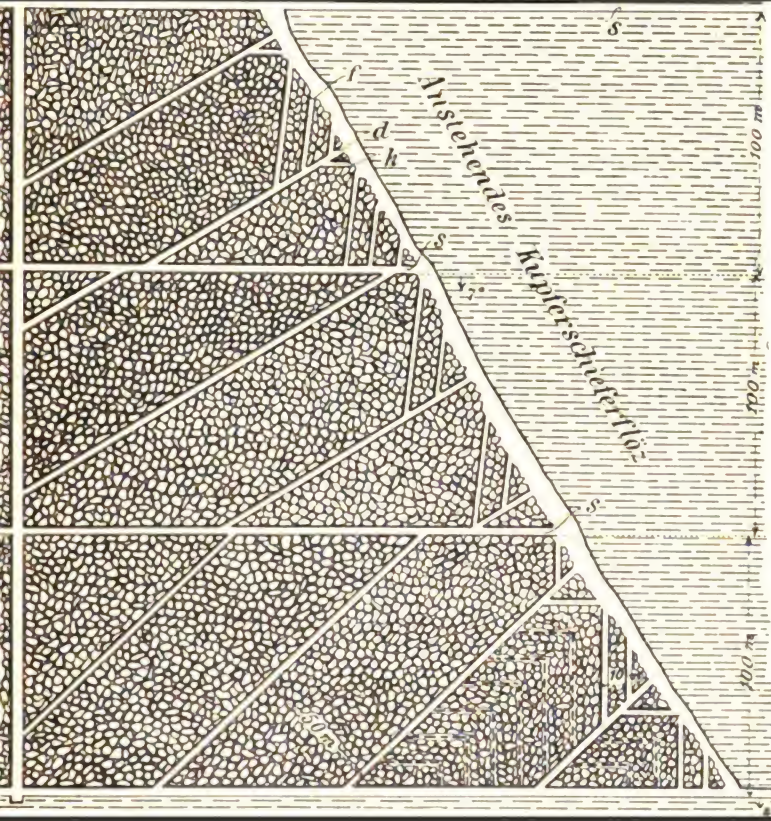


Vollständige Anleitung zur Bergbaukunst

Moritz Ferdinand Gaetzschmann

o R.L Yask

Mining

REESE LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY OF CALIFORNIA.
Received Nov. , 1890
Accessions No. 42446 Shelf No.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Vollständige Anleitung

zur

Bergbaukunst

von

Moriz Ferd. Gätzschmann,
Professor und Bergamtsassessor.

Dritter Theil:

Die Gewinnungslehre.

Nebst 11 Steindrucktafeln.

Freiberg, 1846.
Verlag von J. G. Engelhardt.

Digitized by Google

Die Lehre

von den

bergmännischen Gewinnungsarbeiten

zusammengestellt

von

Moriz Ferdinand Gätzschmann,

Professor der Bergbaukunst an der Bergakademie zu Freiberg
und Bergamtsassessor.

Nebst 11 Steindrucktafeln.

REESE LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY
OF
CALIFORNIA.

Freiberg, 1846.

Verlag von J. G. Engelhardt.

Digitized by Google

TN145
G2
v.3

42446

Druck von Friedrich Nies in Leipzig.

Digitized by Google

REESE LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY
OF
CALIFORNIA.

Allgemeine Vorbegriffe.

§. 1. Unter Gewinnungsarbeiten ist diejenige Abtheilung der bergmännischen Arbeiten zu verstehen, mittelst deren Gestein- und Mineral-Massen aller Art aus dem ganzen Zusammenhange des Gebirges, davon sie im ursprünglichen, natürlichen Zustande einen Theil bilden und mit welchem sie mehrentheils fest verwachsen sind, getrennt, losgemacht, gewonnen werden.

Die Bezeichnung Gebirge ist hier natürlich nicht im geographischen, sondern in demjenigen Sinne genommen, welchen ihr der Bergmann durchgängig beizulegen pflegt, nehmlich dem: eines gröszern oder kleinern Theiles des Erdkörpers, der Erdrinde, im natürlichen Zustande, welcher Theil in so fern Gegenstand bergmännischer Unternehmungen ist oder werden kann, mag derselbe übrigens bestehen, woraus er wolle.

Häufig werden diese Arbeiten auch Häuerarbeiten genannt, von dem ursprünglichen Charakter der Mehrzahl derselben: einer Lostrennung mittelst spitzen und scharfen Gezähes, einem Abhauen, und von der diese Arbeiten vorzugsweise verrichtenden Classe von Bergleuten: den Häuern. Da jedoch bei dem gegenwärtigen Umfange und dem Stande der technischen Ausbildung dieser Arbeiten, auf mehrere derselben der Begriff von Hauen auch nur annähernd, nicht mehr anwendbar erscheint, so ist wohl die allgemeine Bezeichnung Gewinnungsarbeiten entsprechender und richtiger.

Dasselbe gilt von der ebenfalls angewendeten Benennung: Gesteinsarbeiten; denn wenn man auch den

Begriff von Gestein in der sehr weiten Ausdehnung nimmt, welche ihm der Bergmann zu geben pflegt, so würde es doch kaum möglich seyn, manche Gegenstände bergmännischer Gewinnung damit zu vereinigen.

§. 2. Wie in dem Ebengesagten schon angedeutet ist, wird diejenige Classe von Bergleuten, welche die Gewinnungsarbeiten zu verrichten haben — somit die wesentlichste und hauptsächlichste von allen, die der eigentlichen Bergknappen — bei dem meisten, besonders dem deutschen Bergbaue, soweit er nach technischen Grundsätzen und Regeln betrieben wird, mit dem Namen „Häuer“ bezeichnet, vornehmlich überall da, wo jene Arbeiten rein bergmännische sind und wirklich in einem durch gröszere Kraftanstrengung zu bewirkenden Lostrennen der Masse, bei festerem natürlichen Zusammenhange, bestehen und nicht in einem bloszen Wegfüllen, Ausschneiden und dergleichen, wie es namentlich bei mehrerem Betriebe auf der Oberfläche vorkommt.

Diese allgemeine Bezeichnung: „Häuer“ kommt dann in sehr verschiedener Zusammensetzung mit andern Wörtern vor, welche eigenthümliche Verhältnisse und Stellungen dieser Arbeiter andeuten; theils nach der besondern Art der von ihnen zu bewirkenden Arbeit, wie: Ort-, Strecken-, Schram-, Band-, Formal-, Bohr-, Gäng-, Vorgriffs-Häuer; theils nach dem Grade ihrer Ausbildung und Geschicklichkeit, womit gewöhnlich ihre Rangstellung zusammenhängt, wie: Lehr-, Doppel-, Erb-, Jung-, Alt-, Vor-Häuer; theils endlich nach der Art und Weise der Lohnung ihrer Arbeit, wie: Geding-, Halt-, Lehn-Häuer *).

---

*) Beier, in seiner Schrift: Otia metallica; Schneeberg 1751. Bd. II. S. 234 stellt die Vermuthung auf, dasz: Häuer nicht von Hauen herstamme, sondern von dem in einigen Gegenden Deutschlands, z. B. in Niedersachsen, noch gebräuchlichen Worte: Häuern (richtiger Heuern) d. i. Miethen, Dingen; sonach ein Häuer, ein Bergmann, der zur Arbeit gemiethet, gedingt sei — ein Gedingnehmer. —

Diese Herleitung ist jedoch, verglichen mit der gewöhnlichen, ganz nahe liegenden, zu gesucht und gekünstelt, als dasz sie anders als der Sonderbarkeit halber zu erwähnen wäre; insbesondere scheint der Verfasser übersehen zu haben, dasz gerade in älterer, aber auch noch in

Digitized by Google

Eine nähere Erörterung dieser Verhältnisse und Verschiedenheiten gehört in die Gruben- und Revier-Wirthschaft.

---

neuerer Zeit, viele Bergleute als Mitbesitzer der Gruben — die jetzigen Eigenlöhner (oder Eigenlehner, wie man nun eben die Abstammung annehmen will) — für ihre Arbeit nicht besonders bezahlt wurden, aber dessenungeachtet Häuer waren und hieszen; ja es liesze sich wohl weit ungesuchter ein Beweis für die gewöhnliche Herleitung in den noch jetzt bei dem belgischen, besonders bei dem lüttich'schen Bergbaue gebräuchlichen wallonischen Benennungen: *xhaveur*, *hawe*, *haway*, *havresse*, ersteres eine besondere Classe der Häuer, letztere Arten von Keilhauen bezeichnend, finden. (Vergl. *M. Morand l'art d'exploiter les mines de charbon de terre. T. II. Art. I. II. p. 210. 218.*)

Es ist daher leicht erkennbar, dasz jene Hypothese einer Periode — der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts — zugehört, in welcher gesuchte und künstliche Erklärungen sehr beliebt waren und den natürlichen allemal vorgezogen wurden; derselben Periode, in welcher die Abstammung von einer Menge Benennungen und Ausdrücken bei dem deutschen Bergbaue ohne alle Prüfung, oft durch die gewagtesten Sprünge in Hinsicht auf Sinn wie auf Schreibart, in der slawischen Sprache gesucht wurde. Obschon gar nicht in Abrede zu stellen ist, dasz in den ältesten Zeiten der böhmische Bergbau, (andere slawische Völkerschaften können in dieser Hinsicht gar nicht in Betracht kommen,) mit dem deutschen, namentlich dem sächsischen, in naher Verbindung stand, daher Bezeichnungen von einem zu dem andern übergehen muszten; so ist doch von den Schriftstellern, welche sich in jenen Sprachversuchen gefallen haben, meist aus unzureichender Kenntnisz des Böhmischen, ganz übersehen worden, dasz einestheil smehrere der von ihnen angeführten und erklärten Benennungen gar nicht in letzterer Sprache enthalten (am wenigsten in der bergmännischen, welche doch am ersten als Anhalt dienen muszte), andere anerkannterweise eben so wenig ursprünglich böhmisch, sondern in diese Sprache aus der deutschen aufgenommen sind; anderntheils aber auch durch die im 16. Jahrhundert begonnene Reinigung und Verbesserung der deutschen Sprache viele ursprünglich ächt deutsche Worte aus der gebildeten und Schrift-Sprache, häufig sehr mit Unrecht, verbannt wurden, so dasz sie entweder ganz verschollen sind, oder sich nur noch im Munde des Volkes in einer und der andern Gegend, oder bei einem und dem andern Gewerbe erhalten haben. Unter den ersten Vorkämpfern auf diesem Felde steht der deshalb oft angeführte M. G. Körner — mit seiner Abhandlung: von dem Alterthume des böhmischen Bergwerks; Schneeberg 1758. — welcher den bekannten Scherz: die Nachweisung der Verwandschaft von *voûs*, Nase und Verstand (*voûs*, *voos*, Nas', Nand, Stand, Verstand) allen Erns̄tes und im engsten Sinne zu seinem Motto gewählt zu haben scheint, so dasz (S. 13. a. a. O.) selbst die ehrliche Puffjacke sich unter der Verkappung des verdorbenen Volks-Dia-

Digitized by Google

§. 3. Die Werkzeuge, welche zur Ausübung dieser Arbeiten nöthig sind, bezeichnet der Bergmann mit dem Namen: Gezäh, aller Wahrscheinlichkeit nach verstümmelt aus Gezeug, Zeug, welche beide Worte in verschiedenen, theilweise sehr analogen Zusammensetzungen, sowohl bei dem Bergbau, als auch bei andern Gewerben und Beschäftigungen vorkommen; so in dem Worte: Werkzeug selbst, sodann Kunstgezeug, Zeughaus u. s. f. *).

§. 4. Es bedarf kaum der Erwähnung, dasz die Gewinnungsarbeiten die wichtigsten des ganzen Bergwerksbetriebes sind, auf denen ja die Erreichung des ersten und wesentlichsten Zweckes desselben beruht: Gewinnung nützlicher Mineralkörper; während alle übrigen Verrichtungen, so umfangsreich, zeit- und kostspielig dieselben auch seyen, doch immer nur als Hülfsarbeiten zur Einleitung, Unterstützung, Erleichterung jener dienen.

Die genannten Arbeiten haben es aber natürlich nicht blos mit der Gewinnung der nutzbaren Mineralien zu thun, um derentwillen der ganze Bergbau getrieben wird und auf die er gerichtet ist, sondern in der gröszten Mehr-

lectes seiner Heimaths-Gegend — Bockau — als Buffkäcke (!) aus dem Böhmischen einschwärzen lassen musz.

*) Auch der Verfasser stimmt allerdings der Ansicht vieler Bergleute vom Fache bei, welche Schroll (v. Moll's Annalen der Berg- u. Hütten-Kunde, Bd. I. Heft 1. S. 63.) treffend, und zwar, wie natürlich, als tüchtiger Bergmann, ohne alle Nebenursache ausspricht: „dass es sehr wünschenswerth sey, dasz bei dem Bergbau, wie auch bei allen anderen Künsten und Gewerben eine besondere Terminologie, besondere Bezeichnung einzelner Gegenstände, Arbeiten u. s. f. um so mehr beseitigt würde, als solche oft schon in verschiedenen Gegenden desselben Landes und desselben Volksstammes sehr verschieden sey: sobald diese Gegenstände u. s. f. auch bei anderen Gewerben oder im gemeinen Leben vorkämen, ihnen entlehnt seyen, ohne eine wesentliche Veränderung erlitten zu haben; vielmehr dafür die allgemein sprachüblichen Benennungen anzunehmen". So lange jedoch, als nicht diese Vereinfachung durch allgemeine Uebereinkunft angenommen worden ist, hält er es auch für unerläszliche Pflicht gegen die Leser vom Fache, für welche natürlich diese Schrift zunächst bestimmt ist, hier wie in der ganzen Folge die einmal üblichen Kunstausdrücke, so weit nöthig und möglich, in der Angabe von bestehenden Abweichungen bei einem und dem anderen Bergbaue beizubehalten.

Digitized by Google

zahl der Fälle mit der einer kleinern oder einer gröszern, ja in manchen Fällen einer vielmals gröszern Menge unhaltiger und tauber Massen, welche theils mit den zu gewinnenden nutzbaren Mineralien so innig verwachsen sind, dasz man diese ohne jene nicht, oder nur mit unverhältniszmäszigen Kosten gewinnen kann; theils wenigstens die Lagerstelle letzterer ganz in sich einschliessen, den Zugang zu ihnen erschweren; theils endlich ohne allen Zusammenhang mit ihnen und deren unmittelbarer Gewinnung stehen, vielmehr nur wegen und bei der Anlage von Hülfsbauen verschiedener Art ausgehauen zu werden nothwendig sind.

Sonach fallen in den Bereich der Gewinnungsarbeiten und sind denselben beizuzählen oder gegentheils ihnen zu entnehmen: alle Arbeiten, welche die Absonderung von Bildungen des Mineralreiches — jeder Art — ja theilweise selbst des Pflanzenreiches, aus ihrem ursprünglichen Zusammenhange und ihrer natürlichen Lage zum Zwecke haben, selbst dann, wenn diese Arbeiten nicht zum eigentlichen Bergwerksbetriebe dienen, ja nicht einmal durch Bergleute verrichtet werden.

§. 5. Die so grosze Verschiedenheit des Vorkommens und der Beschaffenheit, im Ganzen und Einzelnen, sowohl von den nutzbaren als auch den — wenigstens von dem Gesichtspuncte des Zweckes des jedesmaligen Betriebes aus betrachtet — unnutzbaren Mineralkörpern musz natürlich auch gleich groszen Einflusz äuszern auf Art, Führung und Erfolg der zu deren Gewinnung anzuwendenden Arbeiten, und es haben sich hiernach, jenen angemessen, im Laufe der Zeiten verschiedene Arten von Gewinnungsarbeiten ausgebildet. Obschon jedoch der Einflusz jener verschiedenen Beschaffenheit der erste und hauptsächlichste ist, so bestehen doch neben ihm noch einige andere von zum Theil wenig geringerer Bedeutung.

§. 6. Eine systematische Betrachtung der Gewinnungsarbeiten, wie die hier beabsichtigte, wird daher zum Gegenstande haben müssen:

I. Die sämmtlichen Verhältnisse, welche auf Art,

Digitized by Google

Wahl und Erfolg der verschiedenen Gewinnungsarbeiten Einflusz haben.

II. Die Gewinnungsarbeiten selbst, unter gewisse Hauptclassen geordnet, deren Verschiedenheiten, die Art und Beschaffenheit des dazu angewandten Gezähes, dessen Erfordernisse in Bezug auf Gestalt, Material und sonstige Einrichtung, dessen Handhabung, die Arbeit und Leistung damit.

I.

Die Verhältnisse, welche auf die Art und Wahl und den Erfolg der Gewinnungsarbeiten Einflusz haben.

§. 1. Hier sind zuvörderst zu unterscheiden:

A. Die Verhältnisse, welche auf die Art der Gewinnungsarbeiten Einflusz haben, und bei deren Wahl zu berücksichtigen sind;

B. Diejenigen, welche nach einmal getroffener Wahl auf deren Erfolg, die zu erlangende Leistung, einwirken.

A. Verhältnisse, welche auf die Art und Wahl der Ge-Gewinnungsarbeiten Einflusz haben.

§. 2. Die Gewinnbarkeit der anzugreifenden Massen ist, wie schon mittelbar angedeutet wurde, das erste und Haupt-Verhältnisz, welches auf die Wahl der anzuwendenden Gewinnungsarbeiten Einflusz äuszert.

Unter Gewinnbarkeit einer Masse hat man diejenige natürliche Beschaffenheit derselben zu verstehen, auf welcher deren leichtere oder schwerere Trennung aus ihrem natürlichen Zusammenhange beruht. Diese Gewinnbarkeit (zuweilen auch — jedoch mit umgekehrter Steigerung — als Festigkeit bezeichnet, welche Bezeichnung jedoch leicht zu einem einseitigen Begriffe Veranlassung giebt), wird in der Hauptsache aus folgenden wesentlichen Eigenschaften und beziehentlich Zuständen der zu trennenden Massen zusammengesetzt:

Härte,
Zusammenhalt,
Elasticität,
Zerklüftung,

Digitized by Google

Verwitterung,
Auflösbarkeit im Wasser.

§. 3. Die Härte ist der Widerstand, welchen die Masse (das Gestein) dem Eindringen spitzen oder scharfen Gezähes entgegensetzt.

§. 4. Der Zusammenhalt, worunter hier wesentlich der Zusammenhalt der Masse in sich, zufolge der Textur derselben, zu verstehen, ist der Widerstand, welchen die Masse der Trennung mittelst irgend einer Angriffsweise, vornehmlich aber auch durch scharfes Gezäh, entgegensetzt. Die Vereinigung eines sehr hohen Grades von Härte mit sehr geringem Zusammenhalte bildet die Sprödigkeit; davon ein geringerer Grad die Zerspringbarkeit.

Der Zusammenhalt nämlich steht zwar in vielen Fällen zu der Härte in einem bestimmten übereinstimmenden Verhältnisse; eben so oft, ja noch öfter aber ist er von jener ganz unabhängig und kann gering seyn, wo jene grosz, oft aber auch grosz, wo jene gering ist. Ersteres findet besonders bei höheren Graden der Sprödigkeit und Zerspringbarkeit statt; untergeordneten Eigenschaften, welche indesz den Grad des Zusammenhaltes mit begründen, so z. B. bei mancher Steinkohle; letzteres bei solchen Mineralien, bei denen die einzelnen Theile in so lockerer, nachgiebiger Verbindung mit einander stehen und zu einem gewissermassen schwammigen Ganzen zusammengehäuft sind, dasz die durch das Eindringen des Gezähes an dieser Stelle unmittelbar bewirkte Trennung auf diese allein beschränkt bleibt und sich nicht auf die nächst anliegenden Theile überträgt, so z. B. bei Gips und Frauenglas u. dgl. besonders also bei einem sehr geringen Grade oder gänzlichem Wegfalle von Sprödigkeit.

Zuweilen ist selbst bei einer und derselben Masse der Zusammenhalt bei verschiedenen Richtungen des Angriffes ungleich; so ist er namentlich bei blätteriger und schieferiger Textur rechtwinklig auf die Blätter weit grösser als in deren Richtung, so z. B. bei Glimmer.

Ein sehr starker Zusammenhalt mit einem gewissen nicht zu hohen Grade von Härte giebt die Zähigkeit, wel-

Digitized by Google

che wieder mit einem, meist nur geringen, Grade von Elasticität vereinigt, der Bergmann mit Pelzigkeit zu bezeichnen pflegt.

Die Pelzigkeit verhindert das Eindringen des Gezähes, wie die Trennung durch solches, ohne doch dasselbe abzustumpfen; sie widersteht derselben mit dumpfen, die Härte dagegen mit hellem Klange *).

§. 5. Die Elasticität ist derjenige Widerstand, den ein Gestein durch Zurückwerfen des Gezähes bei einem darauf geführten Schlage kund giebt. Diese Eigenschaft, welche besonders bei starkem Zusammenhalte die Gewinnung sehr erschwert, kann mit jedem Härtegrade vereint vorkommen und ist von solchem ganz unabhängig, sie wird jedoch natürlich durch mindere Härte mehr oder weniger übertragen und ausgeglichen. Ein günstiger Einflusz durch sie wird nur in einigen Fällen, und zwar dann geäuszert, wenn die Oertlichkeit die Gewinnung durch vereinte gröszere Kraft in sehr groszen Stücken mit einem Male gestattet. Deutlich ausgesprochen, zeigt sie sich bei Hornblendgesteinen, Grünsteinen, Basalt; ferner bei vielen Gesteinen von blätteriger oder dünnschieferiger Structur bei einem Angriffe rechtwinklig auf die Blätter; am auffallendsten bei sehr glimmerreichem Glimmerschiefer.

§. 6. Die Zerklüftung ist bekanntlich die natürliche Sonderung des Gesteines in gröszere und kleinere Stücke durch Schichtungs- oder andere Klüfte und Spalten, welche entweder schon auf der natürlichen innern Gebirgsstructur beruhen, oder auszer allem Zusammenhange mit derselben, sich durch spätere Zerrüttung des Gebirges gebildet haben, die endlich sich entweder als ganz offene Spalten, oder mindestens als einen nur geringen Widerstand darbietende Absonderungsflächen darstellen.

Durch die Zerklüftung werden die vorgenannten drei

*) Nach Werner (vergl. einen Aufsatz über die verschiedenen Grade der Festigkeit des Gesteines u. s. f. in Köhler's bergmännischem Journal, Jahrg. 1788. Bd. I. S. 4 u. s. f.) würde gerade der Mangel an Elasticität mit pelzig zu bezeichnen seyn.

Digitized by Google

Eigenschaften wesentlich durchkreuzt, verändert, ja theilweise aufgehoben.

§. 7. Die Verwitterung ist die Zersetzung und Veränderung der Massen in ihrer innersten eigentlichen Beschaffenheit, durch die Einwirkung des Sauerstoffes aus der Luft — nach Befinden unter Zutritt und Beihülfe des Wassers, der Wärme und des Lichtes, endlich auch von Säuren — auf die Bestandtheile der Massen; obschon letzteres kein bloszes Verwittern mehr ist.

Die Verwitterung kann daher vornehmlich nur auf diejenigen Massen und deren Auszenflächen einwirken, welche mittel- oder unmittelbar mit der Luft in Berührung kommen, daher sie wesentlich und zunächst an der Gebirgsoberfläche, sodann in der Nähe offener Spalten in schon betriebenen Bauen beginnt.

Sie ist es, welche bei geschichtetem oder sonst mit natürlichen Absonderungen versehenem Gesteine zuerst beginnt, jene Absonderungen, Klüfte u. s. f. zu öffnen und somit eine Zerklüftung einzuleiten und vorausgehen zu lassen, welche ihrerseits wieder ihren Fortgang unterstützt. Während die natürliche, ursprüngliche Zerklüftung an und für sich die Textur, Härte, Zusammenhalt und Elasticität nicht, sondern nur ihren Einflusz auf die Gewinnbarkeit verändert und wesentlich dem des Zusammenhaltes entgegen wirkt, hebt gegentheils die Verwitterung jene Eigenschaften in minderem oder mehrerem Grade auf.

§. 8. Eine nicht zu weit fortgesetzte Zerklüftung, d. h. eine solche, welche die Massen in nicht zu kleine Bruchstücke sondert, erleichtert die Gewinnung überhaupt allemal; darüber hinaus erschwert sie dagegen dieselbe oft, indem sie solche durchgängig nur in kleinen Stücken, also sehr zeitraubend, zu bewirken gestattet.

Eben so befördert eine beginnende Verwitterung den Erfolg der Gewinnungsarbeiten wesentlich bei — festeren — Massen, die von Natur gröszere Härte, Zusammenhalt und Elasticität besitzen; bei weiterer Ausbildung hingegen, so wie bei minder festen Massen schon überhaupt, nöthigt sie zur Anwendung ganz anderer Arten von Gewinnungsarbeiten.

Digitized by Google

Ein gewisser Grad der Verwitterung und Zersetzung ertheilt einigen Gesteinarten diejenige Beschaffenheit, welche man Faulseyn nennt; damit behaftete Massen nennt man oft: Fäulen.

Die Fähigkeit, schnell zu verwittern, welche einigen Mineralmassen (so namentlich feldspathreichen Gebirgsarten,) in so hohem Grade eigen ist, dasz sie deren Beschaffenheit in einer sehr kurzen Zeit völlig verändert, kann einen Grubenbetrieb sehr schwierig machen, weil sie, ohne die Gewinnung eben zu erleichtern, da sie erst später in den schon ausgehauenen Räumen beginnt, die Kostspieligkeit des Ausbaues auf das Höchste treibt.

§. 9. Diese fünf genannten Eigenschaften in ihren verschiedenen Graden lassen sich auch unter den allgemeinen Abtheilungs-Bezeichnungen: Festigkeit, Structur und Textur vereinigen, welche vereint die Gewinnbarkeit bilden. Zu ihnen kann aber zuweilen noch eine auf die Gewinnbarkeit einwirkende Eigenschaft treten:

die Auflösbarkeit im Wasser. Sie gehört besonders thonigen und salzigen Mineralien zu und ist selbst nur bei einer gewissen Gewinnungsweise von Mineralsalzen, insbesondere des Steinsalzes, zu berücksichtigen, welche wegen ihrer sparsamen Einstreuung und feinen Vertheilung in groszen Massen unhaltigen Gebirges durch Auslaugen gewonnen werden müssen; auszerdem dürfte sie nur etwa bei Turf, Braunkohlen, Umbra und ähnlichen Massen einige Berücksichtigung finden, und auch hier nur des Formens wegen, da die Gewinnung selbst, falls sie diese Eigenschaft zu berücksichtigen hat, dieselbe schon unveränderbar in Wirksamkeit, d. h. die Masse schon schlammartig eingesümpft, vorfindet und so angreifen musz.

§. 10. Noch weniger oder vielmehr gar nicht, kann endlich der Zustand der chemischen Auflösung in Wasser, in welchem zuweilen nutzbare Mineralien (so namentlich Kupfer,) gewinnungswerth vorkommen, für die bergmännischen Gewinnungsarbeiten berücksichtigt werden, da diese Art der Gewinnung ebenfalls auf chemischem — nicht mechanischen — Wege erfolgt, daher lediglich in den Be-

Digitized by Google

reich des Hüttenwesens gehört, wenn schon sie von Bergleuten ausgeübt würde.

§. 11. Jene genannten sechs Eigenschaften und Zustände, hauptsächlich freilich die die Grundlage bildenden ersten drei, können zu höchst verschiedenen Combinationen zusammentreten. Es würde jedoch kaum ausführbar und dann auch immer ohne allen Nutzen seyn, jede dieser letzteren als einen besondern Grad der Gewinnbarkeit für sich abgesondert aufzustellen, schon deshalb, weil man nicht eben so viele verschiedene Gewinnungsarbeiten — für jede Abtheilung eine besondere — hat, noch haben kann. Es sind deshalb diese sämmtlichen Abstufungen unter eine geringere Zahl von Abtheilungen zu vereinigen.

Für diese Abtheilungen und deren Benennungen dürften wohl die von dem Bergrath Werner angenommenen *) beizubehalten am zweckmäszigsten seyn, da sie die verschiedenen Hauptgrade der Gewinnbarkeit passend genug bezeichnen.

Sie sind:

1) rollig,
2) mild,
3) gebräch, (gebrech),
4) fest,
5) höchstfest.

§. 12. Rollig bezeichnet ursprünglich diejenige Beschaffenheit der Massen, bei welcher ein eigentlicher Zusammensang — Cohäsion — der Theile gar nicht vorhanden oder wenigstens nur sehr gering ist, die Masse gar nicht oder kaum von selbst steht, d. h. die einzelnen Theile derselben nur so lange in ihrer natürlichen Lage bleiben, als ihr Schwerpunct unterstützt, oder wo überhaupt der Zusammenhalt geringer als die Wirkung der Schwerkraft ist. Massen dieser Beschaffenheit sind Sand, Schotter, Haldenmasse oder sonstige Bruchstücke, lockeres Seifengebirge in nicht zu groben Wänden, lose geröllartige See-

*) S. den oben angezogenen Aufsatz: Von den verschiedenen Graden der Festigkeit des Gesteines u. s. f.

Digitized by Google

und Morast-Erze, in der Grube sehr aufgelöste mulmige Gang- und Erz-Arten. An sie schlieszen sich hinsichtlich der darauf anzuwendenden Gewinnungsarten auch der Turf, die Guren und Schlämme an, welcher erstere ohnehin, abgesehen von den ihn zusammenhaltenden Pflanzenwurzeln, nur eine rollige, im Wasser anstehend, eine schwammige Masse darstellt.

§. 13. Mild ist diejenige Beschaffenheit, bei welcher die Masse — das Gestein — zwar für sich vollkommen zusammenhängt, aber doch dem Eindringen scharfen Gezähes einen sehr geringen Widerstand entgegensetzt, sich daher noch ziemlich leicht und mit Anwendung weniger Kraft trennen und selbst im Ganzen zermalmen läszt.

Von dieser Beschaffenheit sind: stark zusammengebackener Sand, dergleichen Seifengebirge, Dammerde, Gems (d. i. verwittertes, zersetztes, schüttig gewordenes Gebirgsgestein, wie dergleichen häufig gleich unter der Dammerde anzustehen pflegt, namentlich von schieferigen Gebirgsarten, Gneus, Thon- und Glimmer-Schiefer, jedoch auch von Granit u. a.), Thon, Lehm, lettige Gangmasse, schwerspäthige Gangarten, die meisten Braun-, einige Stein-Kohlen, mehrere linsenförmige Thoneisensteine nnd Bohnerz, theilweise das Steinsalz, Fraueneis u. s. w.

§. 14. Gebräch: derjenige Grad der Gewinnbarkeit, bei welchem das Gestein zwar dem Zermalmen — in der ganzen Masse — schon stark widersteht, aber doch die Bearbeitung mit scharfem, (stählernen oder gestählten) Gezäh, mit ziemlich gutem, wenn auch schon ungleichem Erfolge gestattet.

Beispiele dafür sind die schieferigen Gebirgsarten (Gneus, Thon, Glimmerschiefer), Granit und ähnliche feldspathreiche Gesteine in angehender Verwitterung, die meisten Kalk- und viele Sand-Steine, Alaunschiefer, Stinkstein, Kalk- und Braun-Spath, Serpentin, Gips, Steinkohle (welche überhaupt in sehr verschiedenen Graden der Festigkeit vorkommt), Bleiglanz, Zinkblende, Spatheisenstein, Kupferkies u. s. f.

§. 15. Fest — hier als eine besondere Stufe der Gewinnbarkeit, Festigkeit im ausgedehnteren Sinne — ist

Digitized by Google

derjenige Grad derselben, welcher scharfem Gezähe kräftig widersteht, daher mit solchem nur mit groszer Mühe durch allmählige Trennung ganz kleiner Theile, daher unvortheilhaft, bezwungen werden kann.

Von dieser Beschaffenheit sind die meisten Gesteine des Ur- und Uebergangs-Gebirges in frischem Zustande und unzerklüftet; so Granit, Gneus, Glimmer, Thon, Chlorit, Schiefer, Porphyr, Basalt, Kalkstein, quarziger Sandstein, viele Hornblendgesteine, der meiste Magnet- und Roth-Eisenstein, Schwefel- und Arsenik-Kies, alle mit Quarz gemengte Gang- und Erz-Arten.

§. 16. Höchstfest — als der höchste und äusserste Grad der Festigkeit — ist derjenige, welcher die Trennung durch scharfes Gezäh so gut als ganz verweigert, schon dem Angriffe desselben den gröszten Widerstand entgegensetzt.

Von dieser Beschaffenheit sind: reiner Quarz, Hornstein, Hornsteinporphyr, Hornblendgestein, derber Granat und Gemenge davon, sehr quarzreicher Granit, das sogenannte Greissengestein u. A. *).

§. 17. So wie die Gewinnbarkeit das erste und wesentlichste Verhältnisz ist, welches auf die Wahl der Gewinnungsarbeiten und die sonstigen Rücksichten dabei Einflusz hat, so ist das zweite, zunächststehende:

Die Gestalt und Grösze, in welcher die Massen gewonnen werden sollen.

In der gröszten Mehrzahl der Fälle ist es zwar ziemlich gleichgültig, in welcher Gestalt und Grösze die Ge-

---

*) Brard (*élémens pratiques d'exploitation*, Paris 1829. p. 115 und in der Uebersetzung von Hartmann: Grundrisz der Bergbaukunde, Berlin 1830. — S. 102. —) nimmt folgende Grade der Gewinnbarkeit an: 1) Rollig oder pulverförmig; 2) mild oder zerreiblich; 3) faul; 4) blätterig; 5) brüchig; 6) weich und zäh; 7) spröde; 8) hart und zäh.

Bei einer derartigen Eintheilung und Bezeichnung würde aber eine noch viel gröszere Anzahl von Zwischenstufen nöthig werden, während die gewählten Benennungen selbst zum Theil einen Zustand bezeichnen, dem keineswegs ein bestimmter Grad der Gewinnbarkeit zugehört, sondern der mit sehr verschiedenen vereinbar ist, wie z. B. faul, blätterig.

Digitized by Google

winnung der Stücke erfolgt, vielmehr werden nur die allgemeinen Rücksichten auf Erleichterung der Förderung, Verhütung von Verlust u. s. f. zu nehmen seyn; Rücksichten, welche insbesondere eine zu weit getriebene Zerkleinung, seltener Gewinnung zu groszer Wände, zu vermeiden vorschreiben, da letztere ja immer noch, wo nöthig, nochmals zerkleint werden können; indesz tritt doch bei manchem Betriebe noch die Nothwendigkeit ein:

a) entweder überhaupt nur möglichst oder besonders grosze Stücke zu gewinnen, sei es, dasz die gewonnene Masse dadurch für einen gewissen Zweck brauchbarer, sonach werthvoller im Handel und Verkehr wird — so insbesondere bei Steinkohlen, bei Dach- und Tafel-Schiefer, bei Bausteinen u. s. f. — sei es, dasz eigenthümliche, wenn auch zuerst selbst gewählte, Verhältnisse eine bestimmte Grösze vorschreiben, wie z. B. für die Balwanen und Formalstücke bei dem Steinsalzbergbaue zu Wieliczka; oder

b) den Stücken wirklich, wenigstens schon in einem gewissen Grade und innerhalb gewisser Grenzen eine bestimmte Gestalt und Form zu geben, so theilweise schon bei den eben genannten Balwanen *), noch mehr bei Stükken, welche zu Gegenständen der Bildhauer- und Bau-Kunst dienen sollen, so z. B. Säulen, Bildsäulen, Urnen, Wasserbehältern, Trögen, Prellsteinen u. s. f. somit bei allen Steinbruchsarbeiten, über und unter Tage, welche nicht blos auf die Gewinnung von Bruchsteinen gerichtet sind, mögen deren Producte eine nur gröbere oder eine feinere Ausarbeitung gestatten. Dabei musz freilich vorausgesetzt werden, dasz die Art des Vorkommens, die Structur- und sonstigen Verhältnisse die Gewinnung so groszer Stücke auch gestatten.

§. 18. Eine weitere unter manchen Umständen er-

---

*) Vergl. Hrdina, Geschichte der Wieliczkaer Saline, Wien 1842. S. 5 und 184. — A. v. Sydow, Bemerkungen auf einer Reise nach den Centralkarpathen, Berlin 1830. S. 103. — v. Fichtel, mineralogische Bemerkungen von den Karpathen, Th. I. Wien 1816. S. 29. — Schultes in: Gehlen's Journal für Chemie, Physik und Mineralogie, Bd. V. S. 248 u. A.

Digitized by Google

wachsende Rücksicht, welche sich dieser eng anschlieszt, ist die auf den herzustellenden **Raum**, dessen **Gestalt** und **Flächen**, so z. B. für Maschinen- und ähnliche Räume.

Diese Rücksicht bedingt, gleich der vorigen, Arbeiten, bei denen man den Erfolg bis in die kleinsten Einzelnheiten völlig in seiner Macht hat, Arbeiten, welche meist geringere Kraftanstrengung, aber gröszere Geschicklichkeit erfordern, theilweise auch solche, welche ein gleichzeitiges Zusammenwirken vieler Kräfte gestatten. — Sie lassen auf die Gewinnbarkeit nur so viel Bezug nehmen, als mit letztgenanntem Gesichtspunkte vereinbar ist. — Es musz deshalb in dieser Hinsicht oft eine und dieselbe Arbeit auf sehr verschiedene Grade der Gewinnbarkeit und zwar fast durchgängig eine ursprünglich für leichter gewinnbare Massen geeignete und bestimmte auf schwerer zu gewinnende angewandt werden.

§. 19. Nächstdem sind noch folgende Einflüsse von minderer Wichtigkeit und Grösze zu erwähnen:

Die Grösze und Gestalt der Räume, in denen die Gewinnungsarbeiten zu verrichten sind.

Schon bei den meist weiten, nach der Höhe aber völlig unbeschränkten Tag-Bauen können doch auch zuweilen Lage und Mächtigkeit der anzugreifenden Lagerstätten auf eine besondere Gestaltung dieser Räume und somit auf die Wahl der in solchen am erfolgreichsten und zweckmäszigsten anzuwendenden Arbeiten einigen Einflusz haben; noch viel häufiger wird dies aber der Fall bei den in jeder Richtung des Querschnittes beengten unterirdischen Räumen in der Grube seyn. — Vornehmlich die eigentlichen Abbaue hat der Bergmann mit genauester Erwägung der ganzen Verhältnisse der anzugreifenden Lagerstätten, wie deren Nebengesteines anzulegen und zu gestalten, damit er ja nicht mehr Raum aushauen, mehr Gestein gewinnen darf, als durchaus nöthig und wünschenswerth ist.

Für jede Art der Arbeit giebt es aber eine gewisse Gestalt und eine geringste Grösze des freien Raumes, in welcher diese Arbeit noch völlig ungehindert und mit Erfolg ausgeübt werden kann, auszerhalb welcher jedoch

Digitized by Google

sie zweckmäszig mit einer passenderen vertauscht wird. Folglich ist allemal diejenige Arbeit zu wählen, welche den nach den bezeichneten Rücksichten gestalteten Räumen am meisten entspricht, so lange als nicht letztere überhaupt anders gestaltet und ihrerseits der Arbeit angepaszt werden können, was zwar wohl in einzelnen Fällen, in den meisten aber nicht anders als mit unverhältniszmäszig höherem Aufwande ausführbar seyn würde.

So wird man z. B. auf fast söhligen Lagern von geringerer Mächtigkeit die Baue und somit die Arbeits-Räume sehr niedrig, dagegen in söhliger Richtung sehr ausgedehnt anlegen, auf ganz oder fast saiger fallenden gangartigen Lagerstätten von geringerer Mächtigkeit hingegen mehr hoch als weit; die Gewinnbarkeit kann in beiden Fällen ziemlich oder ganz gleich seyn und doch in jedem derselben eine andere Arbeit erfordern *).

Bei Hülfsbauen, welche man mehrentheils weniger von Mächtigkeit und Lagerungs-Verhältnissen abhängen läszt, sondern mehr nach allgemein gültigen Regeln und Bestimmungen einrichtet, wird man doch oft wenigstens

---

*) In dieser Hinsicht — der auf Raumersparnisz — gingen besonders die Alten sehr weit, da sie freilich auch durch den Mangel mancher gegenwärtig bekannter Hülfsmittel (namentlich des Schieszpulvers) genöthigt waren, die kostspielige Handarbeit möglichst zu sparen; denn nicht nur dasz viele, ja wohl die Mehrzahl der aus den Zeiten der Römer herstammenden Baue in Spanien, England u. a. O. keineswegs dem Begriffe groszer Weite entsprechen, welche einige Schriftsteller, wie z. B. de Gensanne in seinem *traité des mines, Paris 1770. T. I. avant-propos p. XV.* ihnen sogar als charakteristisches Erkennungszeichen zuschreiben, vielmehr so eng sind, dasz kaum mit aller Mühe ein Mensch auf allen Vieren hindurch kriechen kann (vergl. Theophrastus *de lapidibus. cap. 119.* J. Ezquerra del Bayo, *elementos de laboreo de minas. Madrid 1839; Introduccion p. 3; Anales de minas, T. II. Madrid 1841. p. 270 u. a.)* so fand auch, wie natürlich, dasselbe und noch mehr bei anderen Völkern statt, wie z. B. die Spuren des sogenannten Tschudischen Bergbaues in Sibirien zeigen (s. Pallas, Reise durch verschiedene Provinzen des russischen Reiches, Petersb. 1771. Th. I. S. 246. 266.); und es haben sich endlich nicht weniger auch aus dem Mittelalter, selbst bei dem deutschen Bergbaue, alte Schächte von 18, ja weniger Zoll Weite, Flözbaue von 16 Z. Höhe u. s. f. erhalten.

Digitized by Google

noch die Rücksicht beobachten müssen, solche Arbeiten zu wählen, mit denen die jenen zu gebende Gestalt, Grösze und Einrichtung auch wirklich erzielt werden kann und darin weder Unregelmäszigkeit noch Ueberfluss des Raumes Platz nimmt.

§. 20. Oertliche Verhältnisse und Einflüsse, insbesondere Wasser- und Wetter-Nöthigkeit, Unhaltbarkeit des Gesteines.

Allerdings werden diese Verhältnisse einen gröszern Einfluss auf den Erfolg der einmal gewählten Arbeit — welche auch dieselbe sei, — als auf die ursprüngliche Wahl haben, daher später, unter B, etwas näher darauf einzugehen seyn wird; sind sie jedoch bei einem Bergbaue ganz allgemein vorwaltend, so kann auch schon die Wahl einer oder der andern Gewinnungsarbeit dadurch bedingt werden.

So würde z. B. ein allgemein herrschender starker Wasserzudrang die Anwendung des Schieszpulvers, fast noch mehr die des Feuers, ganz ausschlieszen; dasselbe gilt von der Wetternöthigkeit, die besonders das Feuersetzen sehr erschweren, ihrerseits selbst aber durch beide Arbeiten noch vergröszert werden würde.

Zu geringe Haltbarkeit des Gesteines, somit auch der ausgehauenen Räume, würde ebenfalls die Anwendung erschütternder oder solcher Arbeiten verbieten, deren zerstörende Wirkung allein auf den Punkt des Bedarfes zu beschränken nicht möglich ist, so dasz das Gestein der Nachbarschaft, auf welches sich dieselbe mit erstreckt, dadurch sehr in seiner Festigkeit beeinträchtigt würde.

Ersteres gilt wieder von der Anwendung des Schieszpulvers, letzteres von der des Feuers, in Fällen, wo bei minder mächtigen Gang- und Lager-Massen das Nebengestein, welches stehen bleiben soll, durch das Feuer wandelbar und eine in dessen ursprünglichem Zustande nicht erforderlich gewesene künstliche Unterstützung nothwendig wird.

§. 21. Die Geschicklichkeit der Arbeiter.

Allerdings wird man so viel als möglich geschickte

Digitized by Google

Arbeiter heranzuziehen und zu wählen haben, — wovon alsbald weiter zu sprechen seyn wird, — nicht durchgängig und in allen Fällen wird diesz aber möglich seyn; überhaupt da nicht, wo man nicht unter den Arbeitern eine beliebige Auswahl hat, vielmehr um dergleichen verlegen ist, zufrieden seyn muss, nur überhaupt solche zu bekommen, daher selbst theilweise zu heimathlosen, landflüchtigen Herumstreichern aller Art seine Zuflucht nehmen muss.

Dieser Fall wird am ersten eintreten können bei einem in einer Gegend beginnenden Bergbaue, in welcher früher nie dergleichen getrieben wurde; vornehmlich wenn es an anderen Erwerbszweigen, z. B. durch Landwirthschaft, Fabriken u. s. f. nicht fehlt, welche viele Hände brauchen; ferner da, wo vielleicht selbst geradezu eine Abneigung gegen den Bergbau, eine Furcht davor herrscht. — Nicht minder kann sich dieses Verhältniss selbst in solchen Gegenden herausstellen, wo zwar schon lange Bergbau betrieben wurde, sich aber nach und nach andere die Handarbeit besser lohnende Gewerbszweige — namentlich Fabriken — hingezogen haben; wo den Bergleuten liebgewonnene angeerbte Gewohnheiten versagt, Freiheiten entzogen, kurz alle die kleinen Vortheile geschmälert werden, welche oft fast nur in ihren Augen solche sind, (deren Entziehung meist dem Ganzen wenig nützt), welche sie aber bis dahin allein fesselten.

Die Auswahl geschickter Arbeiter wird nächstdem nicht frei seyn, da, wo man eine gewisse Classe von Leuten zu der Arbeit verwenden muss; so die Sclaven und Verbrecher bei den Völkern des Alterthums: erstere noch bis in weit spätere, ja bis in die neueste Zeit in Amerika; in Russland einen Theil der Verbannten.

Endlich wird von einer Heranbildung zu einem bestimmten erforderlichen Grade der Geschicklichkeit dann nicht die Rede seyn, dieselbe vielmehr eine sehr niedrige Stufe nicht übersteigen können, wenn die Arbeiter erst in einem schon vorgerückten Alter zu dem Bergbaue treten — welches Verhältniss mit den letzteren der ebengenannten

Digitized by Google

vereint vorzukommen pflegt, — ja selbst alsdann wohl nur auf nicht lange Zeit dabei bleiben. *)

In allen Fällen dieser Art hat man nur überhaupt nach der Wahl derjenigen Gewinnungsarbeit zu trachten, mit welcher bei der nun einmal nicht zu erhöhenden Geschicklichkeit noch immer das verhältnissmäszig Gröszte geleistet werden kann, obschon allemal weniger als durch geschickte Arbeiter, während gegentheils durch manche andere Arbeit gar nichts auszurichten wäre.

§. 22. Nicht selten wird endlich auch die Art der **Materialien** zu berücksichtigen seyn, welche zur Anfertigung des Gezähes wir zu der Ausübung der Arbeit überhaupt nöthig sind, und von denen eines und das andere nur in geringerer Beschaffenheit, oder nur zu sehr hohen Preisen zu erlangen möglich ist; möge nun dieses Verhältniss für immer oder nur auf eine vorübergehende, wenn schon längere, Zeit stattfinden. So bei Stahl, Eisen, Pulver, Holz u. a.

Freilich wird von einer guten Grubenverwaltung allemal sorgfältig zu erwägen seyn, ob es nicht hinsichtlich der zu erlangenden Leistung vortheilhafter ist, dasjenige Material, welches zu der den bestehenden Verhältnissen angemessensten Arbeit nothwendig wäre, selbst für höhere Preise herbeizuschaffen, als eine ganz andere, minder fördernde Arbeit anzuwenden, und ob nicht die Schwierigkeit der Herbeischaffung mehr in solchen Ursachen liegt, deren baldiges Verschwinden oder Beseitigen auf eine oder die andere Weise möglich ist, z. B. durch Beendigung von störenden Kriegen, Eröffnung neuer Bezugsorte gegen erschöpfte oder verschlossene, neuer Handelswege, Erhebung gewisser Zweige der Industrie u. s. f.

Indess giebt es Fälle, in denen diese Schwierigkeiten auf so allgemeinen unabänderlichen Umständen beruhen, dasz sich irgend etwas dagegen nicht thun lässt, man viel-

*) In Wieliczka wendete man, nach Schultes, früher selbst Soldaten als Arbeiter an, welche alle 14 Tage wechselten, also nie sich nur irgend einige Uebung aneignen konnten. Vergl. Gehlen's Journal für Chemie, Physik und Mineralogie. Bd. V. Jahrg. 1808. S. 262.

Digitized by Google

mehr nur bei Zeiten dafür zu sorgen hat, ein möglichst ausreichendes Ersatzmittel in einer anderen Arbeit aufzufinden und diese eingewöhnen zu lassen. Diess gilt wesentlich von der Anwendung des Feuers zur Gewinnung, welche durch den immer mehr überhand nehmenden Holzmangel und dessen Bedarf für andere Zwecke in fast allen cultivirten, ja selbst in noch sehr uncultivirten Ländern, immer mehr und ohne zu hoffende Wiederkehr verdrängt wird.

B. Verhältnisse, welche auf den Erfolg der gewählten Gewinnungsarbeit und die zu erlangende Leistung einwirken.

§. 23. Die erste Stelle unter diesen Verhältnissen nehmen natürlich ein: die Geschicklichkeit, Kraft und Ausdauer der Arbeiter.

Dasz diese Eigenschaften auf die bergmännischen, wie auf alle Arbeiten von dem gröszten Einflusse sind, und zwar die Geschicklichkeit hier noch mehr als auf viele andere Handarbeiten, bei anderen Künsten und Gewerben, bedarf keines Beweises. Obschon aber der Verein aller drei Eigenschaften am wünschenswerthesten ist, so ist doch wieder die Geschicklichkeit gerade hier die wichtigere, denn es kann, wenn einmal alle nicht vollkommen seyn können, eher einiger Mangel an Kraft und selbst Ausdauer durch mehrere Geschicklichkeit, als umgekehrt diese durch jene ersetzt werden.

Es sind deshalb die Mittel und Wege zur Erlangung (Bildung) und Erhaltung von Geschicklichkeit und Kraft zu betrachten. Da jedoch dieser Gegenstand an sich in das grosze Feld der Gruben- und Revier-Wirthschaftslehre gehört, so können hier natürlich nur die Hauptmomente in der Kürze namhaft gemacht werden.

§. 24. Der Bergbau hat sich geschickte Häuer zu bilden:

a) durch Heranziehen eines eigentlichen Bergmannsstandes. —

Ein sehr erfolgreiches Mittel, welches freilich erst bei einem schon mehrere Menschenalter bestehenden Berg-

Digitized by Google

baue seine vollen Früchte tragen, jedoch auch nur bei einem solchen in Wirksamkeit treten kann, der durch seine ganzen Einrichtungen, wesentlich durch schützende und begünstigende Landesgesetze, zu einem abgerundeten und geschlossenen Ganzen gestaltet worden ist, weil ausserdem mancher, blos wie jeder andere Gegenstand kaufmännischer Speculation behandelte Bergbau, wie viele Beispiele lehren, Jahrhunderte lang bestehen kann, ohne einen wahren Bergmannsstand zu bekommen.

Es kann Niemand verkennen, dasz jedes theilweis mechanische, doch aber auch Ueberlegung erfordernde Gewerbe, wenn solches eine längere Zeit hindurch von einer und derselben Familie, einer und derselben Volksclasse, gewissermaszen in derselben forterbend, ausgeübt worden ist; mit dieser Familie, diesem Stande gleichsam verschmilzt und Eins wird.

Die ersten Gegenstände, welche sich dem Auge und Ohre des Kindes darbieten, werden die eines Berufes seyn, welchen dasselbe — als von seinen Eltern und Voreltern ausgeübt, — nicht anders als den auch ihm bestimmten zu betrachten sich gewöhnt, aus dessen Bereich es seine Spiele, seine Beschäftigungen entlehnt, seinen Ideenkreis erweitert.

So lebt sich der künftige Bergmann von dem ersten Selbstbewusstseyn an, schon als Knabe gleichsam in seinen Beruf hinein und so kann es nicht fehlen, dasz beim wirklichen Eintritte in solchen kein Anderer dessen Eigenthümlichkeiten so schnell und so vollständig zu erfassen im Stande ist, als er, nicht zu gedenken, dasz die Mehrzahl der aus anderen Ständen und Volksclassen Hinzutretenden diesz weit seltener aus wahrer Liebe zum Fache als aus Nebenrücksichten, meist also nur mit lauem Eifer, thun.

Ein ganz ähnliches Verhältniss stellt sich bei einigen sehr ausgebreiteten Fabrikszweigen dar, soweit sie ganz oder theilweise Gegenstand der Handarbeit sind; und unverkennbar ist es dasselbe, welches auch einem grossen Theile der Fabrikarbeiter in England, besonders bei dem Eisenbereitung, den wohlbegründeten Ruf vorzüglicher

Digitized by Google

Geschicklichkeit — innerhalb des Bereiches ihrer eigentlichen Beschäftigungen, — verschafft hat.

Obschon daher oft aus einer oder der andern Ursache nicht vermieden werden kann, auch Arbeiter aus anderen Ständen, und zwar schon völlig erwachsene, anzunehmen, so hat man wenigstens dahin zu trachten, a) dasz man nicht aus Mangel an Arbeitern dazu gezwungen ist, sondern immer mehr freie Auswahl behält; b) dasz auch diese Arbeiter nicht mehr zu eigentlichen Häuer-, sondern theils bei leichteren, theils überhaupt bei Hülfs-Arbeiten, z. B. als Gezeugarbeiter, Schmiede, Maurer und dergleichen verwendet werden.

Allerdings kann hieraus, und zwar am ersten bei einem so abgeschlossenen Stande, wie der des Bergmannes ist, auch leicht ein zu starres Festhalten an alten, einmal gewohnten Handgriffen und Verfahrungsarten, ein Einwurzeln von Vorurtheilen, ein Widerwille und Widerstand gegen alle Neuerungen entstehen; jedoch wird diesz eine umsichtige Behörde keineswegs hindern, alle zweckmäszigen Verbesserungen einzuführen, insbesondere, wenn sie nicht die Entscheidung darüber den Arbeitern und den aus ihrer Mitte hervorgegangenen Aufsehern (Steigern u. s. f.) zu sehr oder gar allein überlässt; denn jenes Hineinleben in gewisse Arbeiten betrifft doch mehr die möglichste Vollkommenheit in gewissen mechanischen Handgriffen und Fertigkeiten, während Plan und Leitung immer den Vorstehern, Beamten u. s. f. zusteht und von ihnen auszugehen hat.

Die weitere Ausführung der Regeln, welche für Heranziehung und Erhaltung eines tüchtigen Bergmannsstandes zu beobachten sind, gehört zwar in die Revierwirthschaft, indess dürfte doch wenigstens als unentbehrliche Bedingung die hervorgehoben werden, dasz der Bergmann auch einen dauernden, durch Vorsorge jeder Art gesicherten Erwerb bei dem Bergbaue finden muss, weil sonst ein guter Arbeiter nicht leicht dabei ausharren wird.

b) Die Auswahl von körperlich und geistig gesunden und kräftigen jungen Leuten für die Bergarbeit, stellt sich als zu offenbare Nothwendigkeit dar, als dasz sie besonderer Auseinandersetzung bedürfte. Na-

Digitized by Google

mentlich können Geistesschwache oder gar Blödsinnige zwar oft körperlich sehr kraftvoll seyn, eignen sich jedoch am allerwenigsten zu Häuern, als welche sie nicht nur meist sehr wenig leisten würden, sondern auch sich und Andere in grosze Gefahr bringen könnten.

c) Gehöriges Anlernen der jungen Mannschaft.

Je mehr einerseits, wie schon erwähnt, bei der gröszern Zahl der Gewinnungsarbeiten der Erfolg von der Geschicklichkeit abhängiger ist als von der Kraft, einen je gröszern Einfluss ferner die ganze Oertlichkeit, in und unter welcher diese Arbeiten verrichtet werden müssen, auf diesen Erfolg hat, und jemehr andererseits diese Oertlichkeit durch Enge und Unregelmäszigkeit der Räume, Dunkelheit, Nässe, schlechte Luft u. s. f. von allen übrigen so eigenthümlich verschieden ist, dasz ein Eingewöhnen in solche nur ganz allmählig erfolgen kann: um so unentbehrlicher vor anderen, vielleicht übrigens ähnlichen, Beschäftigungen bei anderen Gewerben, ist ein allmähliges Anlernen; um so seltener darf aber auch erwartet werden, dasz Personen, die erst in vorgerückten Jahren, ja überhaupt schon nur über die Jünglingsjahre hinaus, zu diesen Arbeiten kommen, sich noch einen solchen Grad der Geschicklichkeit anzueignen vermögen, als es ausserdem möglich ist und bei der erforderlichen völligen Benutzung aller Kräfte und Hülfsmittel auch erwartet werden muss.

Wie von der Mehrzahl der bergmännischen Arbeiten überhaupt, so gilt es ganz insbesondere auch von den Gewinnungsarbeiten. *)

Von der gröszten Wichtigkeit ist sonach eine gehörige Heranbildung, ein vollkommenes Anlernen der jungen Häuer.

---

*) Hierauf beruht wesentlich auch die bei dem Freiberger Bergbaue bestehende Bestimmung, dasz Leute, welche erst im 18—20. Jahre zu dem Bergbaue übergehen, eigentlich niemals — höchstens ausnahmsweise — noch in die Classe der Häuer gelangen können, sondern nur als Knechte für die Förderung u. s. f. angenommen werden und bei solcher auch bleiben sollen.

Digitized by Google

Diese Heranbildung muss schon mit dem ersten Eintritte der Arbeiter — nach Befinden als Knaben — dadurch beginnen, dasz dieselben anfangs (so z. B. bei vielem Erzbergbaue in den Aufbereitungswerkstätten,) die leichteren, einfacheren, nach und nach in gehöriger Stufenfolge die schwereren Arbeiten üben und sich dadurch allmählig die gehörige Umsicht in ihren Berufsarbeiten, Gewöhnung in deren eigenthümliche Verhältnisse, damit auch die nöthige Gewandtheit aneignen. Gehen sie aber erst zu den allgemeinen Häuerarbeiten über, so müssen sie auch hier als Lehrlinge — Lehrhäuer — beginnen.

Als solche hat man sie nicht etwa sich selbst zu überlassen und ihnen nur etwa das Gezäh in die Hand zu geben, sondern sie durch Ober- und Unter-Steiger, Änghäuer oder ältere geübtere Häuer in allem zu wissen Nöthigen gehörig zu unterweisen; ein unbedingt nothwendiger Vorgang, welcher aber oft selbst bei für ganz regelrecht ausgegebenem Betriebe völlig vernachlässigt wird, zum Schaden der Gruben-Wirthschaft und mit gröszter Gefahr für das eigene wie Anderer Leben. — Als eine Fortsetzung dieser Bildung ist, wo es ausführbar, das Verschicken in andere Gegenden und Reviere, zu anderem Bergbaue, sehr zweckmäszig.

Erst nachdem sie sich als genügend angelernt und gehörig geübt durch eine Art Probestück — Häuerstück, ein aufgefahrenes Häuergedinge — bewährt haben, sind sie in die Classe der volllöhnigen Häuer aufzunehmen.

Fast eben so unzweckmäszig als das oben als unrathsam bezeichnete Anlegen von Blödsinnigen, insbesondere als Häuer, ist das, wenn schon hier und da gar nicht selten angewandte, ja sogar gepriesene Verfahren: die Häuerarbeiten durch Knechte und Förderleute, oder überhaupt durch solche Mannschaft mit verrichten zu lassen, welche noch bei anderen geringeren Arbeiten beschäftigt sind, um dadurch, dasz man erstere durch geringer gelohnte Arbeiter verrichten lässt als die, welchen sie eigentlich zukommen, anscheinend Gewinn durch Ersparniss zu machen. — Abgesehen davon, dasz solche Mannschaft nur dann dasselbe leisten kann, was die eigentlichen gelern-

Digitized by Google

en Häuer leisten, wenn letztere überhaupt selbst wenig werth sind, so wird auch die ihnen mangelnde Kenntniss Uebung, ja selbst gehörige Vorsicht oft eben so gefährlich werden können, wie bei jenen Geistesschwachen.

Allerdings darf hinsichtlich dieses Verhältnisses wie der übrigen bezeichneten und noch zu bezeichnenden nicht unbemerkt bleiben, dasz mancher Betrieb lediglich mit und in so einfachen Gewinnungsarbeiten besteht, dasz diese Vorschriften weniger streng zu beobachten sind; jedoch kann diesz deren Wichtigkeit in der Allgemeinheit, am wenigsten für den meisten eigentlichen Bergwerksbetrieb, um nichts vermindern.

§. 25. Sowohl zur gehörigen Ausbildung der Geschicklichkeit Seiten des Bergmannes, als auch schon gleichzeitig zu deren gehöriger Benutzung Seiten der Verwaltung gehört ferner: die Mannschaft so bald und so durchgängig als möglich im Gedinge, Accord und dergl. arbeiten zu lassen.

Die verschiedene Art und Weise der Einrichtung dieser Gedingarbeit, eben so wie die Grenzen innerhalb und die Umstände, unter denen solche überhaupt noch zweckmäszig ist, gehören nicht hierher; hinsichtlich ihrer muss man sich natürlich vorher über gewisse allgemein zu beobachtende Grundsätze vereinigt haben.

Der stärkste Hebel für jeden Arbeiter, unter irgend welchen Lebensverhältnissen er sich auch befinden, ob er für Andere oder nur für sich arbeiten mag, bleibt das eigene Interesse, im ausgedehntesten Sinne. — Spornt den feiner Gebildeten, den höher Gestellten mehr die Aussicht auf Anerkennung, Auszeichnung und Ehre an, so ist es dagegen bei den niederen Arbeitern mehr oder nur die Hoffnung auf materiellen Gewinn, von Geld und Geldeswerth, Erlangung höhern Lohnes oder sonstiger Nutzungen aller Art.

Wenn schon daher der Häuer durch die eröffnete Anwartschaft auf eine höhere Rangstellung und gewisse damit verbundene Ehrenrechte eine mehrere Anregung bekommt, sobald damit zugleich auch materieller Nutzen verbunden ist, so darf man ihn in der Regel geistig ja nicht

Digitized by Google

so hoch anschlagen, um von ersteren auch ohne letzteren einen merklichen Antrieb zu erwarten; man kann diesz auch ohne Unbilligkeit nicht, sowohl in Berücksichtigung der Stufe seiner moralischen Ausbildung, als auch und noch mehr des bei dem meisten Bergbaue nur kümmerlichen Erwerbes und der gedrückten Lebensverhältnisse, über welche er nicht hinauszukommen vermag. *)

Diese Gedinge müssen so gestellt werden, dasz die Arbeiter durch gehörige Anstrengung auch auf ein auskömmliches, den Bedürfnissen einer ihrem Stande und ihrer Beschäftigung entsprechenden Lebensweise genügendes Lohn kommen können, dasz aber auch überhaupt der zu hoffende Gewinn zu dem Masze ihrer geleisteten Arbeit in einem richtigen Verhältnisse steht.

Für keineswegs zweckmäszig und empfehlungswerth kann desshalb das hier und da noch beobachtete Verfahren erachtet werden: dasz man den Häuer nicht über ein gewisses grösztes Lohn arbeiten lässt, d. h. wenn er mehr arbeitet, den Gedingpreis herabsetzt, oder gar weniger Länge und dergl. abmisst, ihm weniger Arbeit zu Gute rechnet; ein Verfahren, mit welchem gewöhnlich das Hand in Hand geht: dem Arbeiter, wenn er zu weit zurückbleibt, auch nicht unter einem gewissen kleinsten Lohne zu gewähren. — Grundsätze dieser Art wirken lediglich auf Beförderung der Mittelmäszigkeit der Häuer wie der Verdingenden hin.

Muss nicht jeder Antrieb für den Häuer wegfallen, muss er nicht völlig gleichgültig werden, wenn er sieht, dass er es mit aller Kraftanstrengung doch nicht über einen gewissen, sehr mäszigen Erwerb bringen, sein Loos nie verbessern kann? Welchen Antrieb soll der Faule haben, wenn er erkennt, dasz ein, wenn auch geringes, doch seiner Trägheit genügendes Lohn ihm doch in allen Fällen

*) Sehr Beherzigungswerthes sagt in diesem Bezuge: Schroll, üb. Kunst und Wirthschaft auf dem Gestein, in v. Moll's Annalen, Bd. I. Heft 2. S. 1 u. ff., und v. Prittwitz, üb. die Oeconomie der mechanischen Kräfte, in den Verhandlungen des Preuss. Gewerbevereins, Jahrg. 14. (1835.) S. 281 u. ff.

Digitized by Google

sicher bleibt? Muss nicht andererseits auch der Verdingende bei seinem Geschäfte, statt sich zur möglichsten Umsicht aufgefordert zu finden, um ja durch einen richtigen Gedingsatz weder der Grube noch dem Arbeiter zu nahe zu treten, bei der Abschätzung nur eben innerhalb jener Grenzen des Lohnes zu bleiben streben, nur auf eine handwerksmäszige, aller technischen Grundlagen entbehrende Weise zu Werke gehen? Befürchtete man aber ja durch das Verlassen jenes Grundsatzes, welcher auf der Annahme einer gewissen mittlern Leistungsfähigkeit der Arbeiter beruht, der Willkühr zu viel Raum zu lassen und letzteren Gelegenheit zu unangemessener Uebervortheilung zu geben, so muss diesz durch gehörige Beurtheilung, Aufsicht und Beobachtung der Häuer eben so verhütet werden können, als zu einer solchen Befürchtung noch viel mehr Raum eben bei jenem Verfahren gegeben ist, wo unbedingt der Träge, sofern er es nur geschickt anzufangen weiss, verhältnissmäszig am meisten unverdient gewinnen und somit in gleichem Masze der Grube schaden muss, den noch viel gröszern Nachtheil noch ungerechnet, der aus der Entmuthigung der bessern Arbeiter erwächst.

Eben so wenig können sogenannte allgemeine, angeblich höhere, Rücksichten irgend von Erheblichkeit sein, so z. B. dass die Bergleute durch hohes Lohn und reichlichen Erwerb minder brauchbar, gewissermaszen übermüthig würden und dergl.

Ansichten dieser Art gehören vergangenen Jahrhunderten an, und es ist zu solchen Befürchtungen in den meisten Bergbau treibenden Gegenden bei den jetzigen Lohnssätzen eben so wenig Grund vorhanden, als es einer umsichtigen erfahrenen Verwaltung im Falle der Verwirklichung nicht an anderen entsprechenden Mitteln fehlen würde, ihnen entgegen zu wirken. *)

---

*) Eine eigenthümliche, jene irrigen Ansichten scheinbar, keineswegs aber wirklich unterstützende, übrigens sehr erklärliche Erfahrung, welche hier nicht unerwähnt bleiben möge, ist gegentheils die: dasz an Orten, wo die Bergarbeiter ein nach ihrer gewohnten Lebens-

Digitized by Google

Ein nicht unzweckmäsziges und auch bei dem meisten Bergbaue, wenn auch stillschweigend, festgestelltes Verfahren ist gegentheils das: bei Abschlieszung der Gedinge, sie mögen auf das ausgehauene Masz, die gewonnene Menge oder Art des Haufwerkes, oder unmittelbar auf die verrichtete Arbeit (z. B. die Tiefe der geschlagenen Bohrlöcher), ja selbst, als uneigentliche Gedinge, nur auf eine bestimmte Zeit, in der eine gewisse

---

weise zu unverhältnissmäszig hohes Lohn zu erwerben fähig sind, und zwar besonders da, (was schon hierin enthalten ist), wo diese Verbesserung plötzlich, nicht in allmähliger Steigerung, eintritt, dieselben sehr häufig zu einem unregelmäszigen, liederlichen Lebenswandel übergehen, in welchem Verschwendung und Uebernehmen in materiellen Genüssen sich mit dem gröszten Mangel an den unentbehrlichsten Lebensbedürfnissen paaren. Diese Unfähigkeit, von den ihnen erwachsenen Vortheilen einen zweckmäszigen Gebrauch zu machen und sich in den schnellen günstigen Wechsel zu finden, steht im umgekehrten Verhältnisse ihrer geistigen und moralischen Bildung.

Diese Erscheinung hat sich in neuester Zeit, durch die Umstände bedingt, wesentlich bei manchem Steinkohlenbergbaue bemerklich gemacht; in einer sehr auffallenden Weise soll sie namentlich bei dem Steinkohlenbergbaue in Belgien und dem angrenzenden Theile von Frankreich hervorteten, wo oft eine Familie — da alle Mitglieder derselben bei dem Bergbaue Beschäftigung finden, — wöchentlich 60 Francs verdient und doch, bei nicht eben zu hohen Preisen der Lebensmittel, des allernöthigsten Hausrathes entbehrt. Vergl. Vandenbroeck, *reflexions sur l'hygiène des mineurs et des ouvriers métallurgiques. Bruxelles 1840. Part. I. cap. 1. sect. 5. B.*

Der Grund dieser, wenn auch nicht allein, doch vorzugsweise bei dem Steinkohlenbergbaue vorkommenden Erscheinung — der Erreichbarkeit eines so hohen Lohnes — liegt übrigens wohl wesentlich in der Beschaffenheit des zu gewinnenden Minerals und dessen Lagerungsverhältnissen, welche die ganze geistige und körperliche Thätigkeit des Arbeiters, Einsicht, Kraft und Behendigkeit in Anspruch nehmen, ihr aber auch den freiesten Spielraum und einem kräftigen und thätigen Arbeiter den lohnendsten Gebrauch von diesen Kräften zu machen gestatten; da hingegen bei dem meisten Erzbergbaue einer groszen concentrirten Kraftanstrengung ein weit geringerer Wirkungskreis geöffnet ist, weit öfterer nur mehr Geschicklichkeit mit Ausdauer verlangt wird und anwendbar ist, indem viele Arbeiten mehr denen des Steinmetzes zu vergleichen sind. — Bei ähnlichen Massenverhältnissen wie bei den Steinkohlen kann natürlich auch ein ähnlicher Vorgang wie der obige eintreten, so z. B. namentlich bei derbem Steinsalz, selbst manchem Eisenstein u. dergl.

Arbeit geleistet werden soll, gerichtet seyn, das Alter und die Körperkraft der Arbeiter in der Weise mit zu berücksichtigen, dasz auch die älteren und schwächeren noch einen hinreichenden Verdienst zu erwerben fähig sind, nur muss hierin freilich sehr streng darauf gehalten werden, dasz dieses Abschätzen nach nicht genau zu beurtheilenden Umständen, wie namentlich nach Altersschwäche, nicht zu willkührlichen Weiterungen, auch über diesen Bereich hinaus führt.

Dasz endlich bei allen diesen Einrichtungen hinsichtlich der Lohnung der Arbeit, mögen sie nach einem Maszstabe getroffen seyn, nach welchem sie wollen, strenge Rechtlichkeit und Pünktlichkeit in Auszahlung des einmal verdienten Lohnes, so grosz oder klein dasselbe sei, unerlässlich ist, bedarf wohl keiner Erwähnung.

§. 26. Eine fernere Regel für gehörige Ausbildung, aber auch für gleichzeitige Benutzung der Geschicklichkeit der Häuer ist: dasz man dieselben ihre Arbeitsstelle nicht zu oft wechseln, aber sie eben so wenig zu lange an einem Punkte bleiben lässt.

Auch bei im Wesentlichen gleicher Beschaffenheit des Gebirgsgesteines und der Lagerstätte ist doch im Einzelnen das Verhalten, insbesondere so weit dasselbe auf Gewinnbarkeit Einfluss hat, so sehr verschieden, dasz der Häuer erst mehrerer Zeit bedarf, dasselbe vollkommen kennen zu lernen; bis zu diesem Zeitpunkte aber kann er die gröszte Leistung natürlich nicht erreichen und auch nach dessen Eintritt bedarf er immer noch einiger Zeit, um auch die nöthige Uebung und Festigkeit in den angemessensten Handgriffen und Verfahren zu erlangen.

Bleibt er gegentheils zu lange an einer und derselben Stelle, so wird diesz wenigstens hinsichtlich seiner weiteren Ausbildung nutzlos, ja es kann sogar schädlich werden, indem letztere einseitig bleibt und ihm leicht gewisse Vorurtheile fassen lässt.

Von diesem Gesichtspunkte aus dürfte z. B. die namentlich bei dem Bergbaue in Cornwall und Devon in England, aber auch bei manchem anderen, besonders Kohlen-

Digitized by Google

Bergbaue bestehende, übrigens viel Gutes habende Einrichtung: in gewissen Zeiträumen alle Gedinge der ganzen Grube den Mindestfordernden zu überlassen, zu welchem Anbieten die Bergleute aus dem ganzen Revier zusammenkommen; nur mit groszer Vorsicht allgemeiner anwendbar, wenigstens die in Cornwall übliche Dauer der Gedinge von 8 Wochen wohl die kürzeste seyn, die auch unter sonst günstigen Umständen ohne andern Nachtheil angenommen werden könnte. *) Die nächste Folge dürfte aller Wahrscheinlichkeit nach eine durchgängig etwas geringere Leistung, sonach eine nothwendige allgemeine Steigerung der Geding- und Lohns-Sätze im Vergleich zu anderen unter übrigens denselben örtlichen und Gesteins-Verhältnissen seyn, indem unter diesen Umständen die Sätze nicht beliebig vermindert und herabgezogen werden können; eine Steigerung, die man freilich theils an Ort und Stelle wenig oder nicht bemerken kann, weil alles Anhalten zur Vergleichung fehlt, theils auch aus Vorliebe für das Hergebrachte anzuerkennen nicht geneigt ist. **)

An die Betrachtung dieser Einrichtung schlieszt sich sehr nahe die einer andern, welche noch hier und da besteht: die Häuer in einer und derselben Schicht mit mehreren, ihrem Wesen nach ganz verschiedenen und ihnen eigentlich fremden Arbeiten zu beschäftigen; nicht etwa, dasz z. B. der Häuer, wie es in einzelnen Fällen zu entschuldigen und nicht zu vermeiden ist, nach verfahrener Schicht sein während derselben gewonnenes Haufwerk mit wegfördert, sondern dasz ein Theil der Schicht zur Hin- und Her-Förderung von Materialien und anderen,

---

*) Taylor, in den *Transactions of the geological society; London 1814. Vol. II. p. 316* u. a. a. O.

**) Ausnahmen von dieser Regel, darin bestehend, dass man die Arbeiter in kurzen Zeiträumen nicht nur den Arbeitsplatz, sondern auch die ganze Beschäftigung ändern lässt, können durch andere Ursachen bedingt werden, namentlich durch die Rücksicht auf die Gesundheit, welche durch längeres Verharren bei manchen, wesentlich den Häuer-Arbeiten, und hier wieder an manchen Stellen, zu sehr gefährdet würde, so z. B. bei dem Quecksilberbergbaue zu Idria, wo theilweise alle 14 Tage gewechselt wird.

Digitized by Google

den Häuer gar nichts angehenden Gegenständen, wie auf andere Nebenbeschäftigungen, verwendet wird.

Altes Herkommen hat meist diese Einrichtung geheiligt und kaum würde es auf unmittelbare vergleichende Versuche und genaue Berechnungen begründeten Beweisen gelingen, die Betheiligten zu überzeugen, während doch offen genug liegt: dasz Häuerlohn für Knechtarbeit zu theuer ist; dasz sich überdem der Häuer bei dieser Einrichtung an ein nutzloses Hin- und Herfahren, an einen geschäftigen Müsziggang gewöhnt; dass endlich, wenn er nicht Kraft genug haben sollte, seine eigentliche ihm zukommende Häuerarbeit die ganze Schicht hindurch zu verrichten, letztere besser zu verkürzen und jene leichtere Arbeit nachher, nicht aber vorher, vorzunehmen, und dann nur nach Maszgabe ihres Werthes zu lohnen ist.

Etwas Aehnliches, ebenfalls nur durch Gewohnheit minder Auffälliges ist die noch öfter bestehende Einrichtung: dem Häuer nach verfahrener Schicht noch eine zweite oder einen Theil davon, Häuerarbeit als ledige Schicht, Weilarbeit u. s. f. an einem andern Orte, oder selbst an demselben forttreiben zu lassen, jedoch unter anderer Berechnung und Lohnung. — Der erste Grund davon liegt meist in der Absicht, dem Häuer noch über seine eigentliche Schicht hinaus etwas mehr Verdienst zu gewähren. — Hat aber derselbe noch Kraft genug, die Arbeit fortzusetzen, so verlängere man seine Schicht, oder lasse ihn im Gedinge erstere auf einen kürzeren Zeitraum, (eine gewöhnliche Schicht,) concentriren. Hat er aber nicht mehr genug Kraft, so kann er eben so wenig jene weitere Arbeit noch genügend verrichten und die Grube hat Verlust; meistentheils wird diesz in der Hauptschicht der Fall seyn, wenn diese im Schichtlohne geht und in der er seine Kraft spart, um sie in der Nebenschicht, im Gedinge, zu verwenden. Am sonderbarsten ist immer eine derartige Einrichtung, wenn der Häuer weder Ort noch Arbeit verändert, aber in dem zweiten Theile der Arbeitszeit anders bezahlt wird als im ersten.

Diese und ähnliche Einrichtungen sind sämmtlich nicht geeignet, von der Geschicklichkeit und Kraft des Häuers

Digitized by Google

den möglichsten Nutzen für die Grube zu ziehen; denn obschon es jedenfalls am zweckmäszigsten ist, wenn der Bergmann allein durch den Bergbau und bei demselben beschäftigt wird, dabei sein Brod findet und nicht noch nach anderen Erwerbszweigen greifen muss, für welche er sonst leicht seine Kraft spart, so muss doch auch der Bergbau dessen völlige Körperkraft und ohne eigene Opfer benutzen.

§. 27. Gehörige Vertheilung der Häuer an die verschiedenen Arbeitsstellen, nach Maszgabe ihrer Geschicklichkeit und Kraft.

Von diesem Gesichtspuncte ausgehend, hat man die jüngeren, kräftigeren und zugleich geübteren Leute auf anstrengendere Arbeiten, schwierigere Punkte, auf Versuchs- und Hülfs-Baue, auf sehr veränderliches Gestein, wassernöthige Orte, in Abteufen, Strossenbaue, überhaupt in gröszere Teufen zu verlegen; die älteren, schwächeren, vielleicht auch minder geschickten, auf leichtere Gewinnung, in obere Teufen, Förstenbaue u. s. f. So wird man von Allen die gerade ihren Fähigkeiten entsprechende gröszte Leistung erlangen können.

§. 28. Unerlässlich ist ferner: gehörige Beaufsichtigung und Ueberwachung sowohl der in Schicht- als Gedinge-Arbeit Stehenden; unmittelbare und mittelbare. Diese Aufsicht kann geführt werden durch Steiger, Gänghäuer und dergl., in stark belegten Bauen selbst durch einen und den anderen älteren bewährten Häuer. — Als träg bekannte Arbeiter sind wo möglich in Gedinge, und zwar am Besten einzeln mit fleiszigen Arbeitern zusammen in Kameradschaften zu bringen, durch welche sie schon des eigenen Interesses halber zur Arbeit angetrieben werden. *)

*) Ob übrigens das strenge Halten auf ein zu leistendes bestimmtes Masz der Arbeit in oder ausser dem Gedinge in jedem einzelnen Falle auch überhaupt das förderlichste ist, ob nicht vielmehr der Häuer dadurch, dasz er streng gehalten ist, ein bestimmtes Masz der Arbeit in der Schicht zu liefern, — z. B. eine gewisse Anzahl Löcher abzubohren, wegzuthun u. s. f. veranlasst oder gar genöthigt wird, durch unvollständiges Aushalten des Erzes aus den Bergen u. s. f. einen vielmals

Uebrigens ist hierbei auch wohl zu beachten, dasz der Arbeiter, wenn er sich beobachtet weisz, meist, selbst ohne besondere Absicht, sich mehr anstrengt als ausserdem, daher seine durchgängige Leistung und deren erreichbare Höhe nicht nach solchen einzelnen Beobachtungen beurtheilt werden darf; so wie gegentheils auch der Fall vorkommt, dasz, wenn die Arbeiter wissen, dasz sie beobachtet und dasz Versuche angestellt werden, um daraus das Maasz der Arbeit, die Lohnsätze u. s. f. zu bestimmen, sie weniger thun und sich mehr anstrengen zu müssen vorgeben, als es wirklich der Fall ist.

Eingewurzelte Trägheit oder sonstige schlechte Gewohnheiten werden zuweilen nur durch Verschicken in ganz andere, entfernte Reviere vertrieben oder wenigstens bestraft, da den meisten eine so gänzliche Veränderung aus ihren gewohnten Verhältnissen und Umgebungen, nach Befinden sogar unter Verminderung — nie wenigstens Erhöhung — ihres Verdienstes sehr empfindlich zu seyn pflegt.

Das letzte Mittel bleibt völlige Entfernung von der Bergarbeit.

Eben so wenig ist aber zu übersehen, dasz zuweilen in Folge vieljähriger Vernachlässigung, schlechter Lohnung, schlechter Lebensweise, Missbräuche, schlechte Gewohnheiten und so auch Trägheit so einwurzeln, ja vererbt werden können, dasz man nicht hoffen darf, diese durch Hebung der ursprünglichen Ursachen ebenfalls sogleich zu beseitigen, eben so wenig als gegentheils aus dem anfänglichen Mangel allen Erfolges in diesem Bestreben auch die Unmöglichkeit einer Besserung überhaupt gefolgert werden kann und diese gleich aufgegeben werden darf.

§. 29. Was nun noch insbesondere die Rücksichten auf Bildung und Erhaltung eines kräftigen Häuer-Stammes anlangt, so ist nächst dem schon bis hierher Bemerkten, so weit diesz auch darauf Einfluss hat, zu beachten:

---

grössern Nachtheil zu bereiten, als seine ganze Arbeit werth ist; dies gehört in die Erörterung über die Grenzen der Anwendbarkeit von Gedingen und dergl.

1) dasz man die Knaben (indem die Verwendung von Personen des weiblichen Geschlechtes zu bergmännischen Verrichtungen über Tage oder gar in der Grube, so gebräuchlich dieselbe auch in manchen Ländern, in mehr als einer Hinsicht unräthlich und unpassend ist) nicht zu früh annimmt, am wenigsten mit schwereren Arbeiten belastet, durch welche ihre körperliche Ausbildung gehemmt, und die Kraft vorzeitig und für immer gebrochen wird. Deshalb möchte die Annahme zu den leichtesten Arbeiten über Tage, in der Klaubebühne u. dergl. nicht vor dem zwölften, höchstens dem zehnten Jahre erfolgen, indem selbst da schon Gelegenheit genug für sie vorhanden ist, sich, sei es auch nur aus Ueberschätzung ihrer Kraft oder aus Muthwillen, zu stark anzugreifen. Für die Arbeit in der Grube würden 15 Jahre wohl das allerfrüheste Alter seyn *);

2) dasz man — wenn schon überhaupt, wie bereits oben erwähnt, zu den ganzen bergmännischen Arbeiten nur körperlich und geistig Gesunde anzunehmen sind — unter diesen insbesondere für die Häuer-Arbeiten, so viel immer möglich, wieder nur die brauchbarsten auswählt, um so mehr, da jene auch zu anderen, noch mehr Ansprüche machenden Arbeiten den Uebergang bilden, wie z. B. zur der Zimmerung, der Kunstarbeit und Gezeugarbeit;

3) dasz man den Häuern einen solchen Verdienst gewährt, dasz sie sich dadurch einen ausreichenden, den örtlichen und Landes-Verhältnissen angemessenen Lebensunterhalt, gesunde und kräftige Nahrung und warme Kleidung verschaffen können;

4) dasz man sie durch Begründung von Berg-Magazinen in Zeiten der Theuerung, ja in abgelegenen unbewohnten Gegenden durch fortgesetzte Gewährung von Lebensmitteln zu bestimmten mäszigen Preisen vor Mangel schützt und ihre Existenz sichert;

5) dasz sie zu einer ordentlichen geregelten Lebens-

*) Sehr Beachtungswerthes sagt darüber Vandenbroeck a. a. O. *Part. I. cap. I. sect. 4. p. 16, sect. 5. C. p 29* u. *part. I. cap. I. sect. 3.*

Digitized by Google

weise angehalten werden und sich nicht durch Unmäszigkeit und Ausschweifungen aufreiben;

6) dasz man das zu frühe Verheirathen hindert;

7) dasz keine zu langen, noch aber auch zu kurzen Schichten verfahren werden;

8) dasz für die Pflege und Heilung Erkrankter und Verunglückter Veranstaltung getroffen und Sorge getragen wird. —

Welche den hohen Anforderungen seiner Berufsarbeiten entsprechende Kraft kann von einem Bergmanne erwartet werden, dessen tägliche Nahrung auf Kartoffeln, schwarzes Brod, Wurzelkaffee und, zur vermeintlichen Nachhülfe und Stärkung, Branntwein beschränkt ist? — welche Kraft von einem Geschlechte, abstammend von Arbeitern, die bei einem Schichtlohne von 5 Neugroschen heirathen, bei 30, ja bei 26 Neugroschen Wochenlohn (für 5 Schichten) Väter mehrerer Kinder sind? wenn selbst auch durch Nebenverdienst bei oder ausser dem Bergbaue sich diese Einnahme um etwas vergröszern sollte.

Welche Unterschiede bieten hierin die Bergleute verschiedener Länder und Gegenden, ja schon die sogenannten Bauern-Bergleute dar, d. h. diejenigen Bergleute, welche noch etwas Grund-Eigenthum und Feld-Wirthschaft besitzen; denn wenn diese zuweilen eher weniger leisten als andere, so liegt dies nicht in einem Mangel an Kraft, sondern weil sie letztere in der Grube für ihre Feldarbeiten über Tage sparen.

Welche Ausdauer kann gegentheils von einem Arbeiter erwartet werden, welcher — wie dies Vandenbroek von den belgischen erzählt *) — bei sehr hohem Lohne mit fast übermenschlicher Anstrengung 3 Tage lang arbeitet, um die übrigen 4 Tage der Woche in Schwelgerei und Müsziggang hinbringen zu können? —

§. 30. Unter den übrigen Einflüssen auf den Erfolg der Arbeit ist ferner von sehr wesentlichem Belange die Beschaffenheit des Gezähes der Gestalt, der Einrichtung, dem Gewichte und Materiale nach, nebst dem

*) *Part. I. cap. sect 5. B.*

sämmtlichen noch sonst zu den Gewinnungsarbeiten erforderlichen Materiale und Zubehör; obschon sich dieser Einfluss — wie schon der gröszte Theil der genannten — mehr durch zahllose Wiederholungen von anscheinend unbedeutenden und kleinlichen Einzelheiten darstellt, aus ihnen zu einem mächtigen Ganzen zusammentritt. Von welchem Einflusse die Güte von Stahl, Eisen, Pulver, die gehörige Gestalt, Schwere, Schärfung des Gezähes in ihrer mehreren oder minderen Vollkommenheit, durch an sich theilweise kaum bemerkbare Vorzüge oder Mängel seyn können, bedarf wohl keiner Nachweisung durch besondere Beispiele.

Es sind diese Umstände gerade um so wichtiger, je leichter sie einer nur allgemeinen Beobachtung entgehen, je mehr sie daher nur durch stete Aufmerksamkeit, durch fortgesetzte Vergleichung verfolgt und beziehentlich aufgefunden werden können.

Die Rücksicht darauf ist aber eben so sorgsam und streng da zu nehmen, wo die Bergwerksverwaltung für jene Gegenstände sorgt, als da, wo deren Anschaffung und Unterhaltung den Häuern selbst überlassen ist (was jedoch immer nur höchstens mit einem Theile und mittelbar der Fall ist, indem der Häuer dieselben meist erst wieder von der Bergwerksverwaltung erkauft.)

Nicht genug, dasz derartige Mängel und Unvollkommenheiten wirklich die Schuld geringen Erfolges tragen, so bürdet er ihnen auch noch die Schuld seines Unfleiszes auf, wenn er sie geliefert bekommt, während er gegentheils als Ursache geringer Leistung die Gesteinsfestigkeit und sonstige Oertlichkeiten angiebt, wo diese nur in dem von ihm selbst angeschafften, der Ersparniss halber wohlfeilen, aber schlechten Material, schlechter Schärfung u. s. f. liegt.

In engem Zusammenhange hiermit steht sehr natürlich auch die Rücksicht auf Beleuchtung, besonders da, wo letztere von der Grube geliefert wird. Selbige muss sowohl der Güte als der Menge nach genügend seyn. Insbesondere möchte wohl nirgends ein ausreichender Vertheidigungsgrund für die hie und da noch bestehende Masz-

Digitized by Google

regel sehr übel angebrachter Sparsamkeit aufzufinden seyn, zwei und mehr Häuer (zu Almaden in Spanien bis fünf *)) bei einem Lichte arbeiten zu lassen, was stets diese Häuer von einander abhängig macht und wovon übrigens noch dazu — wenn diese nicht ganz zusammengedrängt werden sollen — des nöthigen gröszeren, weiter leuchtenden Lichtes halber nicht eben ein sehr groszer öconomischer Gewinn zu erwarten steht.

§. 31. Nächstdem ist aber auch dem Häuer bei seiner Arbeit so viel Unterstützung und Erleichterung im Ganzen, Bequemlichkeit im Einzelnen zu gewähren, als mit der ganzen Arbeit vereinbar, der Erreichung möglichster Vollkommenheit förderlich ist.

Hierher gehört zuvörderst:

a) dasz der Arbeiter weder durch zu weite Zechenwege, noch, so weit es zu ändern ist, durch tiefe beschwerliche Fahrten unnöthig ermüdet wird.

Ersterem Begehren lässt sich grösztentheils eher und dadurch entsprechen, dasz man die Arbeiter entweder auf ihrem Wohnorte nahe liegende Gruben verlegt, oder, wo diesz nicht ausführbar ist, sie umgekehrt ihre Wohnungen in der Nähe nehmen lässt, in unangebauten Gegenden dazu dergleichen errichtet, oder mindestens durch Huthäuser, Knappenstuben und ähnliche Anstalten für ein Unterkommen und Obdach sorgt, welches ihnen einen zeitweiligen Aufenthalt gewährt, so dasz sie nur etwa am Sonnabend jeder Woche oder alle 14 Tage einmal nach ihrer Heimath zu gehen brauchen, wie sich diese Einrichtung an vielen Orten findet. Weniger wird es unter den meisten Umständen ausführbar seyn, die Bergleute der Mühe des Ein- und Aus-Fahrens zu überheben, so wünschenswerth dies auch aus diesem Grunde, wie auch der Zeitersparniss halber wäre. — Bei dem Hinein- und Hinaus-Fördern mittelst der gewöhnlichen Förder-Maschinen und Gefässe ist, ungerechnet des dazu nöthigen Aufwandes an Maschinen-Kraft, welche doch wohl nicht häufig in solchem Ueberflusse vorhanden, die davon unzertrennliche

*) *Ezquerra del Bayo, elementos etc. p. 339.*

Digitized by Google

Gefahr im Allgemeinen, und noch mehr unter besonderen Umständen, zu grosz, als dasz, trotz der in manchen Ländern und Gegenden ganz allgemeinen Anwendung dieses Förderungsmittels, (so in England, Frankreich, Belgien, Schweden, Norwegen u. a.) dasselbe als rathsam, geschweige denn als empfehlungswerth erkannt werden möchte.

Die in neuerer Zeit bei einigem Bergbaue, so besonders auf dem Harze und in England, erbauten besonderen Fahr-Maschinen (Fahr-Kunstgezeuge und dergl.) sind, lediglich als Erleichterung für die Bergleute betrachtet, sehr brauchbar, theilen jedoch die Schwierigkeit der Aufbringung der nöthigen Umtriebskraft an den meisten Orten, und sind deshalb nur da anwendbar, wo jene im Ueberflusse und wohlfeil vorhanden ist. Im Uebrigen ist natürlich bei ihnen die Möglichkeit von Unfällen, sonach die Gefahr, mindestens nicht geringer als bei den gewöhnlichen Fahrten, während solche Unfälle in weit gröszerem Maszstabe wirken können.

Wo man aus diesen Ursachen von künstlicheren Vorrichtungen absieht und bei den, immer noch am allgemeinsten brauchbaren und verhältnissmäszig sichersten, gewöhnlichen Fahrten bleiben will, sind wenigstens Maszregeln zu treffen nöthig: für die feste und bequeme Bauart, sichere, dauerhafte Befestigung, bequeme Stellung, (unter dem geeignetsten Neigungswinkel) für Vorrichtungen zum Anhalten, zum Schutze gegen daneben hingehende Fördergefäsze, für Ruhebühnen und Abtritte in nicht zu groszen Teufen; für hinreichenden Raum in den Fahrschächten und auf den Bühnen zum Fahren und Ausweichen *).

---

*) Um den Grad des Einflusses nachzuweisen, welchen weite Zechenwege und tiefe Fahrung auf die Verminderung der Leistung des Arbeiters äussern können, möge folgende kurze Betrachtung hier Platz finden.

Nach Dietlein in Crelle's Journal f. Baukunst, Bd. I. (Jahrg. 1829) S. 172. soll ein Mann, zu 150 Pfd. preuss. Gewicht angenommen, sich unbelastet täglich 144000 Fuss rheinl. (12 Stunden Weges) weit söhlig fortbewegen können. Sonach würde bei einer $1\frac{1}{2}$ Stunde weiten Entfernung seines Wohnortes schon durch den Hin- und Rückweg, von zusammen 3 Stunden, $\frac{1}{4}$ seiner Kraft verzehrt. Ist aber die-

Digitized by Google

b) **Nicht zu enge, niedrige, winkliche Strekken** u. s. f. und

c) Gewährung der erforderlichen **Hülfs- und Unterstützungs-Mittel**, damit die Häuer sich die nothwendige **sichere Stellung** bei der Arbeit verschaffen

---

ser Weg vollends bergig und uneben, treten noch Sturm, Regen, Schneegestöber und tiefer Schnee hinzu, wie diesz, vereint mit gröszeren Entfernungen bei manchem Bergbaue — so z. B. schon in Kärnthen, Steiermark und Tirol — der Fall ist, so kann dazu eine Anstrengung erfordert werden, die wohl die ganze Kraft erschöpft, ja nicht einmal hinreichen lässt, wie sich hiervon nicht seltene Beispiele bei mehrerem Bergbaue, so z. B. in Kärnthen, Salzburg und Tirol ereignet haben.

Eben so berechnet Dietlein (a. a. O. S. 170), dasz ein Mann von einem Gewichte von Q Pfd. mit P Pfd. belastet, auf einer schiefen Ebene, deren Grundfläche sich zur Höhe verhalte = 7 : 1 in einer täglichen Arbeitszeit von $7\frac{3}{4}$ Stunden eine saigere Höhe von

$$h = \frac{(1396995 - 4498{,}4\ P)}{150 + P} \text{ Fusz rheinl.}$$

ohne alle Belastung also 9313,3 Fusz rheinl. ersteigen könne; S. 171 aber: dasz er, lothrecht steigend, in 4 Stunden täglicher Arbeitszeit sich auf 4800 Fusz Höhe erheben, und endlich S. 175, dasz er bei obigem Eigengewichte (von 150 Pfd.) sich in einer schrägen Richtung von solchem Ansteigen, dasz die Höhe in der Grundlinie n Mal enthalten sei, auf

$$h = \frac{144000}{30 + n} \text{ Fusz rheinl.}$$

saigere Höhe erheben könne, das Niedersteigen ungerechnet.

Abgesehen davon, dasz letzterer Ausdruck nicht ganz mit ersterem zusammenpasst, würde sich nach letztgenanntem Ausdrucke, beispielsweise bei einem Schachtfallen von 75 Grad, in einer Schicht eine Höhe von 4788,5 Fusz erreichen lassen, sonach bei einer Saigerteufe von 250 Lr. = $1666\frac{2}{3}$ Fusz rheinl. als einer noch gar nicht ungewöhnlich groszen — ein Arbeiter auf das Ausfahren allein, (das Einfahren noch ungerechnet) $\frac{1}{3}$ seiner ganzen Kraft verwenden müssen. — Obschon nun die Erfahrung bei dem Bergbaue dafür spricht, dasz obige Leistung im Steigen für den daran Gewöhnten noch nicht gerade die gröszte, daher das gefundene Verhältniss des nöthigen Kraftaufwandes zu seiner ganzen Kraft nicht das ganz richtige, so ist doch gegentheils auch das Einfahren nicht ohne Anstrengung, und somit hieraus im Ganzen zu entnehmen, welchen bedeutenden Theil der Kraft das Aus- und Einfahren allein, selbst ohne Rücksicht auf etwaige Unregelmäszigkeiten in den Schächten und Bauen, in Anspruch nimmt.

Digitized by Google

können durch Fahrten, Bühnen, Vorsätze, Sitzpfähle und dergl., solche je nach Befinden und der bestehenden Einrichtung durch Zimmerlinge vorrichten zu lassen.

d) Der nöthige Raum, nach Grösze und Gestalt, Lage der Hauptausdehnung. Welche Arbeit auch immer den örtlichen Verhältnissen angemessen und den Räumen entsprechend gewählt sei, so muss doch dieser Raum die möglichste — mit dem ganzen Zwecke vereinbare — Bequemlichkeit in dem Sinne bieten, dasz der Häuer die seiner Arbeit angemessenste Stellung einnehmen und dem arbeitenden Theile seines Körpers unbeschränkte Bewegung gestatten kann. Diese Stellung wird er, sobald er mit der Arbeit hinreichend bekannt und darin geübt ist, ohne bewusste Ueberlegung und Absicht, ganz von selbst, einnehmen, sobald er die dazu nöthige Freiheit hat, und je mehr diesz der Fall ist, desto vollkommener wird auch die Leistung. In je unsicherer, beengter und gezwängter Stellung er hingegen verfahren muss, einen desto gröszeren Theil seiner Kraft wird er unnöthig verschwenden, desto weniger wird er auch bei dem besten Willen leisten, obschon freilich Gewohnheit und Uebung auch solche Hindernisse zuweilen bis zu einem Grade überwinden lassen, welchen man kaum für möglich halten sollte *).

Im unmittelbaren Zusammenhange damit steht die Nothwendigkeit: die Baue nicht zu stark mit Mann-

---

*) Ein auffallendes Beispiel von dem Einflusse innerer Beängstigung gaben die eine Zeit lang auch in den deutschen Strafanstalten beliebten Tretmühlen, bei denen der Arbeiter auf der äusseren Umfläche eines Rades in die Höhe zu steigen hat. Die Leistung in ihnen wurde durch die Erfahrung durchgängig gering und weit kleiner gefunden, als sie der Theorie nach seyn sollte. Genaue Versuche und Beobachtungen mit freiwillig sich erbietenden Sträflingen ergaben, dasz der Grund hiervon fast lediglich in dem Bewusstseyn der unsicheren Stellung auf der Umfläche beruhte, in der Furcht, von der nächsten Schaufel am Fusze gefasst und so herabgeworfen zu werden, wenn sie ihn nicht zu rechter Zeit aufhöben. Eine Beängstigung, welche hinreichte, ihnen einen groszen Theil ihrer Kraft zu nehmen und die Arbeit nur kurze Zeit hintereinander aushalten zu lassen.

Digitized by Google

schaft zu überlegen, weil sonst einer dem anderen im Wege steht und ihn hindert.

§. 32. Hieran schlieszt sich wieder der Einfluss von Wasser- und Wetter-Nöthigkeit, ja selbst der Unhaltbarkeit der Massen und des Mangels an Unterstüzzung in sich selbst.

Ganz abgesehen davon, dasz diese Einflüsse so grosz seyn können, dasz die Anwendung gewisser Gewinnungsarbeiten dadurch ganz verhindert wird, so vermögen sie auch schon in geringerem Grade den Erfolg einer jeden Arbeit sehr herabzuziehen.

Ist z. B. der Ort, an welchem der Häuer verweilen muss, sehr wassernöthig, insbesondere bei gleichzeitig sehr offenklüftigen und drusigen Gesteine, aus welchem der Wasserzudrang vorzugsweise an einzelnen Punkten in concentrirter Stärke erfolgt, so wird jener entweder einen groszen Theil der Zeit darauf verwenden, diese Oeffnungen zu verstopfen, den Wassern einen andern Abzug zu öffnen und sich überhaupt davor zu schützen; oder vermag er diesz nicht oder nur unvollkommen — was wieder dann um so eher der Fall ist, wenn das Wasser auf allen Seiten hervordringt — so wird er dadurch physisch und moralisch behindert so viel zu leisten, als er ausserdem könnte; physisch, indem ihn das umhersprüzzende Wasser verhindert, deutlich zu sehen, einen sichern Schlag zu führen, bei Arbeiten welche Trockenheit verlangen, wie z. B. beim Sprengen, ihn nöthigt, künstliche Schutzmittel anzuwenden, welche dennoch wieder fast nie eine so vollständige Wirkung erlangen lassen, als ausserdem; moralisch, indem er sich in der nassen Kleidung unbehaglich fühlt; endlich aber wohl selbst einen sonstigen Mangel an Fleisz und Erfolg solchen Behinderungen Schuld giebt.

Schlechte Wetter hemmen unter allen Umständen mittel- und unmittelbar den Fortgang und Erfolg der Arbeit, feuchtwarme oder kalte schon für den Augenblick, noch mehr allmählig bei wiederholtem, fortgesetztem Aufenthalte darin; sauerstoffarme und stickstoffreiche durch erschwertes Athemholen, welches den Arbeiter wieder

Digitized by Google

zwingt, eine gröszere Anstrengung zu machen, um nur die nöthige Menge Sauerstoff in die Lunge zu bekommen, und ihn in eine krankhafte Aufregung bringt; mit anderen schädlichen Gasarten, wie kohlensaurem, Wasserstoff-Gas in verschiedenen Zusammensetzungen u. a. gemengte Wetter endlich, indem sie theils ebenfalls den Lebensprocess nicht unterhalten, theils geradezu gewaltsam stören und desshalb besondere Hülfs-Vorkehrungen erfordern, welche theilweise wieder mit anderen Unbequemlichkeiten verbunden sind, wie z. B. die Sicherheitslampe für schlagende Wetter, durch geschwächte Beleuchtung, die Respirations-Apparate durch erschwertes Athmen u. s. f.

So weit es daher geschehen kann, sind die Baue mit vollständiger und regelmäsziger Wasser- und Wetter-Losung zu versehen. Letztere, die Wetter-Losung, Herbeischaffung guter Wetter, wird, wenn auch oft nur mit groszem Kostenaufwande für den ersten Anfang, in den meisten Fällen ziemlich vollständig erlangt werden können, aber auch wegen ihrer im Ganzen gröszern Wichtigkeit um so mehr zu bewirken nöthig seyn, als erstere, die Wasser-Losung, welche zwar im Ganzen — die Befreiung der Grube von Wassern überhaupt — ausführbar seyn wird, nicht aber in allen an die Oertlichkeit gebundenen Einzelheiten, wie den betrachteten.

Vermag man jedoch auch selten die zudringenden Wasser an solchen einzelnen Punkten ganz und so abzuschlieszen, dasz sie gar nicht herausdringen, so sind doch wo möglich meist sehr einfach darzustellende Vorkehrungen (durch Traufen und Schutz-Dächer) zu treffen, sie ohne Behinderung für den Arbeiter aufzufangen, an Stellen, wo sie denselben nicht belästigen können, zusammen und durch Gerinne und Gequele abzuführen, ja nach Befinden selbst — wenigstens an den nachtheiligsten Punkten — durch Verkeilen und dergl. wirklich abzuschlieszen uud an andere hinzudrängen.

Den Folgen der Unhaltbarkeit der ganzen Gebirgs-Massen wird man freilich meist nur durch die Wahl der Abbau-Methode einigermaszen in der Art entgegenarbeiten können, dasz die natürliche Unterstützung ent-

Digitized by Google

weder möglichst beachtet und geschont, oder ihre Verringerung wenigstens den Arbeitern, wie der ganzen Grube, am mindesten störend, nachtheilig oder gar gefährlich wird; denn besondere Schutz- und Unterstützungs-Vorrichtungen, welche gleichmäszig mit, nicht hinter den Gewinnungs-Arbeiten fortschreiten, werden sich nur selten, unter besonderen Umständen, (wenigstens nie in groszem Umfange, z. B. dem einer ganzen Grube) ausführen lassen, da ausgenommen, wo der ganze Betrieb und das ganze Fortschreiten mittelst eines derartigen Ausbaues bewirkt wird, so z. B. durch Abtreiben mit Zimmerung, Abteufen durch Senk-Zimmerung oder Mauerung *).

§. 33. Fernern Einfluss übt: die Spannung des Gesteines.

Hierunter versteht man denjenigen Widerstand eines Stückes Gestein, welchen dasselbe einer beabsichtigten Trennung in Folge seiner Lage und Befestigung zwischen anderen Gesteinmassen entgegensetzt.

Dieser Widerstand kann aber wieder auf verschiedenen, obschon unter einander im Zusammenhange stehenden Verhältnissen insbesondere beruhen und hiernach selbst wieder verschiedener Art und Grösze seyn:

a) auf der Weite, oder überhaupt der Grösze der freien Gesteinsfläche zwischen den dieselbe auf beiden Seiten einschlieszenden und begrenzenden Massen;

b) auf der Lage der Schichtungs- und anderen Klüfte gegen diese Fläche;

c) auf der Gestalt der freien Fläche und der Form des Zusammenhanges mit der übrigen Masse. Je

---

*) Ein Beispiel von einer wirklichen Schutzvorrichtung jener Art, welche gleich mit dem Baue, nicht eigentlich der Bau durch sie vorwärts schritt, gab der gröszere Rahmen, der sogenannte Schild, der bei dem Betriebe des Tunnels zu London, unter der Themse hinweg, angewandt wurde, hauptsächlich allerdings zum ersten Schutze gegen den plötzlichen Durchbruch groszer Wassermassen, jedoch auch zu allgemeiner Sicherung, als voraus- und vorübergehende Verwahrung der freien groszen Stosz- und Umfangs-Flächen. Vergl. *Mining review. 1839. p. 100* u. f. Verhandlungen des Preuss. Gewerbvereins, Jahrg. 1829. Bd. VII. S. 274 u. s. f.

REESE LIBRARY UNIVERSITY CALIF.

Digitized by Google

gröszer die Spannung in einer dieser Arten, desto schwerer ist die Gewinnung.

Die auf der Weite des Baues beruhende Spannung steht im umgekehrten Verhältnisse der ersteren, d. h. sie ist um so kleiner, sonach die Gewinnung um so leichter, je gröszer die freie Fläche selbst und je entfernter die entgegengesetzten Punkte von einander liegen, in denen sie mit der übrigen Masse zusammenhängt.

Der Widerstand dieser Art kann im Allgemeinen als auf denselben Gesetzen beruhend betrachtet werden, wie der eines an beiden Enden befestigten und dazwischen belasteten Balkens, welcher auch unter sonst gleichen Umständen einem desto stärkeren Angriffe zu widerstehen vermag, je näher die Befestigungspunkte einander liegen.

Dieses Verhältniss gewinnt wesentlich bei denjenigen Gewinnungs-Arbeiten an Einfluss, bei denen eine so bedeutende Kraft vereinigt angewandt werden kann, dasz man grosze Stücke mit einem Male zu gewinnen vermag, so z. B. beim Sprengen mit starken Schüssen und beim Hereintreiben mit Keilen.

Nach der Lage der Schichtungs- und anderen Klüfte wird die Spannung desto geringer, je mehr die freie anzugreifende Fläche von solchen Durchschnitten und in ihrem Zusammenhange unterbrochen wird. In dieser Hinsicht wird also der Widerstand unter sonst gleichen Verhältnissen am gröszten seyn, wenn die Klüfte der freien Fläche parallel oder vollends, wenn gar keine aufsetzen, weil jene Klüfte die Masse schon in einzelne, allemal viel schwächeren, oft gar keinen Zusammenhang mit einander besitzende Theile zerschnitten haben, welche desshalb leicht für sich nach und nach gewonnen werden können.

Der Einfluss dieses zweiten Verhältnisses stellt sich bei einer Gewinnung durch eine concentrirte grosze Kraft anders heraus, indem diese bei dem Angriffe einer von Klüften — wesentlich solchen, welche die freie Fläche durchschneiden — durchsetzten Masse sich sehr zersplittert und nur eine geringe Wirkung äussern kann.

Endlich ist die auf der Gestalt beruhende Span-

Digitized by Google

nung desto gröszer, je weniger die freie Fläche mit den angrenzenden Seitenstöszen in scharfen Winkeln zusammentritt, je mehr sie hingegen durch allmählige Rundung in dieselben übergeht, je gewölbter sie selbst ist. Die ganze Weite wird dadurch gleichzeitig gewissermaszen geringer, somit auch die erste Art der Spannung gröszer. Im Ganzen wird diese Spannung nach den Gesetzen des Widerstandes von Gewölben zu beurtheilen seyn, und wenn daher diese Form den Bauen oft absichtlich gegeben wird, so geschieht dies wegen der bessern Unterstützung in und durch sich selbst, die eben wieder auf der Gewölbform beruht; zuweilen jedoch auch aus anderen Ursachen.

Dasz diese verschiedenen Spannungen in verschiedenen Graden stattfinden und zuweilen alle vereinigt vorkommen können, liegt in der Natur der Sache; stets muss aber ein hauptsächliches Bestreben dahin gerichtet seyn: durch die Führung des Betriebes und die Gewinnung selbst auf dem einfachsten und leichtesten Wege gleich von vorn herein die Spannung möglichst zu vermindern.

§. 34. In einem genauen Zusammenhange steht mit der Spannung die Anzahl der freien Flächen an der anzugreifenden Gesteinmasse. Je gröszer jene, je weniger daher letztere eine einzige zusammenhängende, ununterbrochene Fläche darstellt, desto leichter ist die Gewinnung, denn an einer desto geringeren Anzahl von Punkten hängt sie noch mit dem umgebenden Gestein zusammen, desto mehr wird also die eigentliche Spannung vermindert, und zwar in noch weit höherem Grade als blos durch Klüfte.

In dieser Hinsicht hat man deshalb jede Gewinnung — später auch wohl die ganze Abbaumethode — so einzurichten, einzuleiten und fortzuführen, dasz man ebenfalls auf die leichteste Weise, und so weit möglich gleich durch den ersten Angriff, die Anzahl der freien Seiten vermehrt, was bei einigen Gewinnungsarbeiten durch eine besondere Vorbereitungsarbeit geschieht, wie diesz aus der Betrachtung der einzelnen Arbeiten hervorgehen wird

In der ausgedehntesten Weise findet diese Regel Anwendung in Abbauen, daselbst aber auch am nothwen-

Digitized by Google

digsten, weil dort gerade die Gewinnung von möglichst viel Masse der Zweck ist. Hier kann man, unterstützt durch die Wahl der Abbaumethode, zwei, drei, vier, ja zuweilen selbst fünf freie Flächen fortwährend erhalten; aber auch selbst bei einer einzigen als der am schwierigsten anzugreifenden, kann durch geschickte Anordnung des ersten Angriffes diese Vermehrung bewirkt und sonach die ganze nachmalige Gewinnung auffallend erleichtert werden.

Uebrigens schlieszt sich diese ganze Rücksicht auf die Vermehrung der freien Seiten an eine andere, noch umfassendere: an die thunlichste Regelmäszigkeit der ganzen Führung des Betriebes der Arbeiten und der Baue (Herstellung richtigen Einbruches, Halten von richtigem Stosze, Strosse, Brust u. s. f.) wodurch die Leistung in einem sehr merkbaren Grade erhöht wird. Eine Vorschrift, welche indessen hier nur beiläufig erwähnt werden darf, da sie eben sowohl unter die für die Führung ganzer Baue und Gruben gehört, wenigstens den Uebergang in jene bildet.

II.

Die Gewinnungs-Arbeiten, deren Verschiedenheiten, die Art und Beschaffenheit des dazu angewandten Gezähes, dessen Erfordernisse in Bezug auf Gestalt, Material und sonstige Einrichtung, dessen Handhabung, die Arbeit und Leistung damit.

§. 1. Bei allen Gewinnungs-Arbeiten besteht natürlich ein kleinerer oder gröszerer Theil der Arbeit — bei der gröszern Mehrzahl die ganze, — in eigentlicher bloszer Handarbeit, sonach unmittelbarer Thätigkeit der Körperkraft, wirkend durch spitzes und scharfes Gezäh. Bei einigen hingegen wird selbige noch durch andere Kräfte unterstützt. Diese Hülfskräfte sind die des Feuers, hochgespannter Gase und des Wassers.

§. 2. Hiernach lassen sich die Gewinnungsarbeiten allgemein unter vier Abtheilungen bringen:

Digitized by Google

1) **Lediglische Anwendung von Handarbeit;**

2) Anwendung des **Schieszpulvers** als eines **explodirenden** Gemenges, und zwar der zertrümmernden Kraft, welche die sich durch dessen Entzündung entwickelnden elastischen Gasarten ausüben, mit beiläufiger Feuerentwickelung;

3) Anwendung des **Feuers**, durch Erhitzung — Ausdehnung — unmittelbar wirkend;

4) Anwendung des **Wassers**,

a) ebenfalls ausdehnend, (mittelst der Capillarität,),

b) auflösend und auslaugend wirkend.

Auch die Wirkungen der unter 2, 3 und 4 genannten Kräfte werden sämmtlich durch Handarbeit eingeleitet, unterstützt und fortgeführt.

Zu bemerken ist, dasz schon die Benutzung der ausdehnenden Kraft des Wassers nur einen beschränkten Wirkungskreis hat, einen noch beschränkteren aber die der auflösenden und auslaugenden, wie dies der Natur der dadurch zu gewinnenden Massen nach nicht anders seyn kann; da aber überdem auch letztere Art der Anwendung mit der wirklichen Führung der Abbaue in engem und unmittelbaren Zusammenhange steht, und doch an und für sich so einfach ist, dasz ihre Beschreibung von der jener Baue nicht wohl zu trennen ist, so wird sie zugleich mit letzteren zu behandeln seyn.

§. 3. Bei näherer Betrachtung der Gewinnungsarbeiten selbst ergiebt sich zwar eine grosze Anzahl von Verschiedenheiten, doch lassen sie sich sämmtlich ohne Zwang unter folgende Hauptabtheilungen vereinigen:

1) Die **Wegfüllarbeit**,

2) die **Keilhauenarbeit**,

3) die **Schlägel- und Eisen-Arbeit**,

4) die **Hereintreibe-** (beziehentlich **Nachtreibe-**) **Arbeit**,

5) das **Bohren und Schieszen** *),

6) das **Feuersetzen**.

*) Diese Arbeit möchte, von einem wissenschaftlich-technischen Standpuncte aus betrachtet, aus dem Grunde lieber mit dem Namen **Boh-**

Digitized by Google

Von diesen Arbeiten können die unter 2, 3 und 4 auch unter der gemeinschaftlichen Abtheilung der Eisenarbeit vereinigt werden; sie stehen in nahem Zusammenhange und haben allmählige Uebergänge der einen in die anderen; dennoch möchten dieselben nicht wohl ganz als eine einzige betrachtet werden können, so lange man nicht von dem, doch ziemlich deutlich ausgesprochenen, Hauptcharakter der einzelnen, ganz absehen und denselben aufgeben will, obschon jede einzelne wieder Verschiedenheiten mit aufnehmen muss, welche eben jene Uebergänge bilden; ein Verhältniss, welches bei der Mehrzahl technischer Gegenstände stattfindet.

§. 4. Das hauptsächlichste Anhalten für die Eintheilung dieser Arbeiten ist allerdings von der verschiedenen Gewinnbarkeit im Ganzen und Einzelnen entnommen, so zwar, dasz jede dieser Classen für eine bestimmte Gesteinsbeschaffenheit ursprünglich geeignet und auf sie am erfolgreichsten anwendbar ist; jedoch nöthigen sehr häufig die einen oder die anderen der übrigen Verhältnisse, welche oben als einflussreich bezeichnet wurden, eine solche Arbeit auf einen anderen, als den ihr ursprünglich entsprechenden Grad der Gewinnbarkeit anzuwenden.

In der Mehrzahl dieser Fälle müssen ursprünglich für eine leichtere Gewinnung geeignete Arbeiten auf einen mindern Grad der Gewinnbarkeit — d. i. schwerere Gewinnung — angewandt werden; seltener findet sich Veranlassung oder wenigstens die Nothwendigkeit zu dem entgegengesetzten Verfahren.

§. 5. In jeder der verschiedenen Abtheilungen werden, wie theilweise schon früher erwähnt worden, die Bedingungen für die Wahl und Anwendung der Arbeit zu bezeichnen, genaue Beschreibungen der dazu nöthigen Gezähe, deren Handhabung und sonstigen Bedürfnisse nach ihren Eigenthümlichkeiten, Erfordernissen und wesentlichsten

---

ren und Schieszen, als dem sonst allgemeinen: Sprengarbeit zu belegen seyn, weil wesentlich bei der Hereintreibearbeit, ebenfalls ein Sprengen, aber nicht durch Schieszpulver, vorkommt.

Verschiedenheiten zu geben, diesen endlich, so weit Gelegenheit und Raum gestatten Erfahrungssätze und einzelne Beispiele von Leistungen und Kostenaufwand bei dieser Arbeit, so weit möglich unter verschiedenartigen Umständen, beizufügen seyn.

Nicht weniger wird bei jeder der Arbeiten gleichzeitig anzugeben seyn: ob sie sich zur Gewinnung regelmäsziger Massen eignet, und welches, nach Befinden abgeänderten, Verfahrens man sich dazu bedient.

Am Ende der ganzen Abhandlung endlich, dürfte es nicht überflüssig seyn, noch einige allgemeine Bemerkungen über die hauptsächlichsten der bei den Gewinnungsarbeiten gebrauchten Materialien, Unterhaltung des Gezähes und die Wirthschaft mit solchem, anzuhängen.

§. 6. Zum Schlusse dieser Darlegung der allgemeinen Verhältnisse und der im Folgenden zu beobachtenden Eintheilung und Reihenfolge möge noch eine Bemerkung über den Standpunkt Platz finden, von welchem aus die Gewinnungsarbeiten und deren allmählige Ausbildung in geschichtlicher Hinsicht zu beurtheilen sind.

Hier ist nicht zu verkennen, dasz die meisten Arten von Gewinnungsarbeiten, so weit sie sich als besondere und eigenthümliche darstellen, mit wenigen Ausnahmen, oder eigentlich nur einer einzigen: dem Bohren und Schieszen, sich so ziemlich gleich von den ersten Anfängen und Versuchen wirklichen Bergwerksbetriebes an feststellten und daher im Laufe der Zeiten wenig erhebliche Veränderungen erlitten und erleiden konnten, die ihr eigentliches Wesen selbst betrafen.

Ihr Zweck war zu bestimmt, zu einfach, ihr Character, durch die natürlichen Verhältnisse der Massen auf welche sie gerichtet waren, zu sehr bedingt und deutlich vorgeschrieben, derselbe vom Anfange her zu deutlich erkennbar, als dasz hierin grosze Umgestaltungen eintreten konnten.

Selbst die ersten Spuren der Anwendung des Feuersetzens, als einer ganz abgeschlossenen und eigenthümlichen Gewinnungsweise, deuten auf einen sehr frühen Zeitpunkt in der Geschichte des Bergbaues hin.

In der Erfüllung dieses Characters im Einzelnen aber,

Digitized by Google

in der speciellen Ausführung, treten natürlich mancherlei Veränderungen ein, theils begründet durch die Erfindung und Auffindung eines oder des anderen Materials, (— Eisen, Stahl —), welches auf die Gestalt und sonstige Einrichtung der Gezähe Einfluss hatte; theils auf Vervollkommnung anderer Zweige der Bergbaukunst, welche mit der Gewinnung in nahem Zusammenhange stehen, (wie z. B. der Abbaue, des Ausbaues) und welche daher wieder eine andere Ausübung der Arbeit gestatteten, ja sogar nöthig machten, während sie selbst unter dem Einflusse der letzteren standen.

Nur gerade die jüngste, in, verhältnissmäszig sehr neuer Zeit der Reihe hinzugefügte Gewinnungsarbeit, die Anwendung des (vorher allerdings schon längst bekannten,) Schieszpulvers bei dem Bergbaue, begründet eine, wenigstens im Wesentlichen der Ausführung, ganz neue Hauptabtheilung einer Arbeit, welche sich seitdem am allgemeinsten und weitesten verbreitet hat und, im Einzelnen dem Erfindungsgeiste das weiteste Feld gewährend, auch wirklich Gegenstand der zahlreichsten Versuche, Abänderungen und Verbesserungen geworden ist.

So interessant daher die Kenntniss der allmähligen Ausbildung der Gewinnungsarbeiten, so wichtig sie im Ganzen und Einzelnen für die Beurtheilung des Alters eines Bergbaues und die darauf zu begründenden Folgerungen ist, so kann doch das Wenige, was uns hierüber die Geschichte — und auch diesz nur in einzelnen Andeutungen — gewährt, schon desshalb nicht in einer zusammenhängenden, ein Ganzes bildenden Darstellung, in geschlossener Folge, sondern nur bruchstückweise, bei Gelegenheit der einzelnen Arbeiten denen es zugehört, mitgetheilt und eingeschaltet werden.

Nachricht für die Leser. Von hier an wird eine etwas veränderte Wortschreibung eintreten. Die alleinige Ursache davon ist die Schwierigkeit, welche der Setzer gefunden und erhoben hat, der bisher beobachteten zu folgen. Obschon ich nun eine andere als die letztere, auf den wohl begründeten und hergebrachten Regeln der deutschen Sprache beruhende, nicht für richtig erkennen, insbesondere mich nicht dazu verstehen kann Füsz als Füss, Grösze als Grösse, mäszig wie lässig zu schreiben u. s. f., so habe ich doch die im Folgenden angenommene, wie ich hoffe dem Setzer bequemere Wortschreibung, als die am Ende noch am wenigsten unnatürliche und sprachverwirrende, gewählt.

Der Verfasser.

Digitized by Google

I. Die Wegfüllarbeit.

§. 1. Die Wegfüllarbeit ist zur Gewinnung solcher Massen geeignet und bestimmt, deren Theile unter sich gar keinen, oder wenigstens einen so geringen Zusammenhang haben, dass eine wirkliche Trennung derselben entweder gar nicht nöthig oder wenigstens durch schneidende Werkzeuge ohne starke Kraftanstrengung, insbesondere ohne Stos oder Schlag, zu bewirken möglich ist.

Diese Arbeit ist sonach eine der kunstlosesten, und sofern mit der Bezeichnung: Gewinnen zugleich der Begriff von Lostrennen verbunden würde, so möchte dieselbe zum Theil gar nicht zu den Gewinnungsarbeiten zuz ählen seyn.

§. 2. Gegenstand der Wegfüllarbeit können seyn: Anhäufungen von Bruchstücken von Mineralmassen irgend einer Art, welche schon gewonnen, aber von den Stellen auf denen sie, in der Grube oder über Tage aufgehäuft worden sind, wieder weggefüllt werden sollen, — wovon auch die Benennung dieser ganzen Arbeit herrührt, — und in welcher Art dieselbe in unmittelbarem Zusammenhange mit der Förderung steht, ja oft nur als Hülfsarbeit derselben zu betrachten ist; ferner unter einer seichteren oder tieferen Wasserbedeckung liegende lose Anhäufungen von See- und Sumpf-Erzen; hieran schliesen sich: Gerölle, Sand und Dammerde, welche als die geringste Consistenz habende, und dem Angriffe geringen Widerstand leistende Bedeckung fester Gebirgsmassen beim Schürfen, bei Grundausgrabungen, Graben-, Damm- und Teich-Bauen zu beseitigen sind; Seifengebirge, bei dessen eigenthümlicher Abbauweise, dem Seifenbaue, freilich

Digitized by Google

der wesentlichste Theil der Arbeit durch das Wasser verrichtet, bei einigen ähnlichen Gewinnungen wenigstens dadurch unterstützt wird; mulmige oder andere leicht zerreibliche Erze, welche hie und da am und nahe unter Tage, seltener in Tiefbauen, vorkommend, diese leichteste Art der Gewinnung gestatten; der Laist oder Unberg, als welcher sich in den Sinkwerken (s. Abbaue) der Thon und Letten des ausgewässerten Salzgebirges niedergeschlagen hat; und an den sich der Schlamm, Sand u. dergl. anschliesen, die aus zureinigenden Gräben und Teichstätten, wie auch selbst die Mehle und Schlämme, welche aus Mehlführungen und Sümpfen in Aufbereitungswerkstätten ausgehoben werden, zuletzt endlich auch der Turf, ausser und im Wasser, dessen Gewinnung nicht wohl unter eine andere Arbeit zu bringen ist.

§. 3. Hiernach lassen sich die verschiedenen bei dieser Gewinnungsweise angewendeten Gezähstücke unter zwei Hauptabtheilungen bringen.

A. solche, welche bei Massen ohne allen Zusammenhang, angewendet werden;

B. solche, welche noch geeignet sind einen merklichen Zusammenhang zu überwältigen.

Als unerlässliche, den Character der sämmtlichen hieher gehörigen Gezähstücke bezeichnende Bedingung ist aber die zu betrachten: dass sie eine gewisse Abförderung, wenn auch nur auf eine geringe Entfernung, wie diess in der Bezeichnung Wegfüllen liegt, gestatten, abgesehen von den noch überdem nach Erfordern dabei hülfsweise angewendeten wirklichen Förder-Geräthen und Gefäsen; denn blos durch Festhaltung dieses Begriffes dürfte es möglich seyn, einen systematischen Unterschied zwischen diesen und einigen anderen Gezähstücken festzustellen, welche ebenfalls nur zur Lösung lockerer Massen anwendbar, dennoch zu den Eisenarbeiten zu zählen sind, da sie sich zwar zum Abtrennen aber nicht zum Wegschaffen des Abgetrennten eignen. Ein Unterschied, welcher daher nicht wohl aufgehoben werden kann, wenn man nicht einen allmäligen Uebergang in die zum Schrä-

Digitized by Google

men (s. Keilhauenarbeit u. s. f.) bestimmten Gezähe zu-lassen, und damit diese, sonach auch alle damit zu verrichtende Arbeiten, in eine einzige Classe bringen, und überhaupt allen Unterschied verschwimmen und verschwinden lassen will, welcher doch, wie überall, zu einer schnellen und deutlichen Uebersicht so nützlich ist.

§. 4. Die Gezähstücke der ersten Abtheilung sind:

1) die gemeine Schaufel,

2) die Schlamm- oder Fang-Schaufel,

3) das Schlamm- oder Fang-Netz,

letztere beide auch in der Classe der **Handbagger** vereinigt;

4) die Gabel,

5) die Kratze,

6) der Kräll oder Kräl.

Die zweite Abtheilung umfasst die verschiedenen Arten von Spaten.

Die mannigfachsten Arten dieser Gezähstücke gehören übrigens der, in ihrem Betriebe so ausgebreiteten Turfgewinnung zu.

An diese Gezähe schliesen sich noch verschiedene Maschinen und mechanische Hülfsvorrichtungen an, welche bei denjenigen oder wenigstens ähnlichen Arbeiten, für welche jene dienen, zum allergrösten Theile aber dem Bergbaue und eigentlicher absichtlicher Gewinnung fremden Arbeiten theils versucht, theils auch dauernd angewendet worden sind, von denen jedoch eben dieser Stellung nach, welche sie einnehmen, nur ein kurzer Abriss zu geben seyn wird.

Von den genannten Gezähen und Werkzeugen wird der folgenden Beschreibung derselben, die Angabe ihres Gebrauches und ihrer Führung unmittelbar angeschlossen werden, weil zwar die meisten derselben, insbesondere in ihrer Anwendung, theilweis neben einander aber doch ausser allem Zusammenhange mit einander, ohne bestimmte Aufeinanderfolge des Gebrauches bei einer und derselben Gewinnung, stehen.

Digitized by Google

Abtheilung A.

Gezähe, welche auf Massen ohne allen Zusammenhang anwendbar sind.

§. 5. **Die gewöhnliche Schaufel oder Schippe**, Taf. I. Fig. I. A. Seitenansicht; B. Hinteransicht.

Sie besteht aus dem **Blatte** und dem **Stiele**.*)

Das **Blatt** a aus starkem Eisenblech — Schaufelblech — nach hinten an Stärke zunehmend, vorn womöglich verstählt, mindestens durch den Schlag gehärtet, hat eine länglich vierseitige Gestalt, eine Länge von selten über 10 Zoll, bei etwa 9 Zoll Breite,**) die beiden vorderen Ecken (Ohren) sind etwas abgestumpft (verschnitten) sowohl um überhaupt die vordere Kante, des leichteren Eindringens in die Masse halber, schmäler werden zu lassen, als auch, weil sich diese Ecken an Widerständen am leichtesten umbiegen und dann die Handhabung der Schaufel erschweren; hingegen ist ein vorn völlig abgerundetes Blatt, wie solches wohl hie und da vorkommt, schon desshalb minder zweckmäsig, weil auf demselben unverhältnissmäsig wenig Masse erhalten und weggetragen werden kann.

Die Oberfläche des Blattes muss durchgängig in **einer** Ebene liegen, am wenigsten windflüglich seyn d. h. von zwei diagonalen Ecken die eine **über**, die andere **unter** dem Niveau der beiden anderen liegen; eine Krümmung des Blattes, wie sie insbesondere für Sand-, Schlamm- und ähnliche Massen, wohl vorkommt, beschränkt ebenfalls die zweckmäsige Anwendung der

*) Es scheint dass selbst da, wo für den **Stiel** der Gezähe, die bergübliche Bezeichnung **Helm** übrigens durchgängig gebräuchlich ist dieselbe auf die Schaufel — vielleicht als ein ursprünglich bei dem Bergbaue minder gebräuchliches Gezähstück — weniger Anwendung zu finden pflegt.

**) Hier, wie in der Folge stets, ist, sofern keine besondere Bezeichnung beigefügt wird, allemal für Mase, sächsisches Bergmas, für Gewichte, das Zollgewicht, zum Grunde gelegt; 1 Fus = 1/7 Lachter = 2/7 mètre, 1 ℔. = 1/100 Centner = 1/2 Kilogramme.

Digitized by Google

Schaufel auf wenige besondere Fälle, noch mehr auf eigenthümliche, auf Gewohnheit beruhende Führung derselben.

Uebrigens erfordert das Blatt ein festes, hartes, nicht kaltbrüchiges Eisen, da es meist über Tage daher nicht selten bei sehr niedrigen Temperaturen angewendet wird.

Auf der Unterfläche geht längs der Mitte eine erhabene Verstärkungsrippe hin, dem Blatte mehr Steifigkeit und Festigkeit zu geben; vorn läuft sie spitz aus, hinten geht sie in den gekrümmten Hals oder Bug b, von 2⅜—3½ Zoll Länge, — Zoll Stärke, über, welcher das Blatt mit der Dülle c verbindet; diese, ein Ring von 2½—3 Zoll Höhe, dient zur Befestigung des Blatste an dem Stiele d.

Der Hals oder Bug bildet in seinem Zusammstosungspunkte mit dem Blatte einen Winkel von 140—15(Grad, krümmt sich jedoch, wie eben angedeutet, weite oben etwas rückwärts; jener Winkel muss im Allge meinen darnach geregelt werden, dass bei söhliger La und Führung des Blattes auf dem Boden hin, der in d Dülle befestigte Stiel in eine solche Richtung und Hö hinauf gewiesen wird, dass er von dem Arbeiter b quem gefasst und geführt werden kann, ohne die Kni zu sehr einknicken noch die Arme auf eine unbeque Höhe erheben zu dürfen.

Der Stiel ist wie alle Gezäh-Stiele und Hel zwar im Allgemeinen am Besten aus Eschen- oder ein anderen festen und doch zähen Holze z. B. Jungeic gefertigt, über Tage sind jedoch dergl. aus jungen . dürrem Boden gewachsenen Fichtenstämmchen vorzi licher, weil sie in der Hand weniger brennen als Jun eiche und Esche; er hat bei dieser gewöhnlichen Scha fel 5 bis 6 Fus Länge und 1½—2 Zoll Stärke, welcher er noch mit der Hand recht gut gefasst werd kann. Er ist in der Dülle mit Nägeln befestigt, reic aber gern noch durch erstere hindurch bis unter den Hal den er auf diese Weise mit unterstützt. Man krümn ihn meist gleich von vorn herein in der fortgesetzte Richtung des Halses etwas niederwärts, d. h. mit de

Biegung aufwärts, in welcher Gestalt und Lage er fester und sicherer zu halten ist, und weniger fürchten lässt, dass er sich in den Händen drehe und das auf das Blatt Aufgefasste verschütte.

Zuweilen aber ist der Stiel kürzer, 4, 3 ja nur 2 Fus lang, dann aber gerade.

Die gewöhnliche Schaufel mit langem Stiele wird mit beiden Händen geführt; die linke fasst den Stiel etwas unterhalb der halben Länge, die rechte gegen das obere Ende hin; das Blatt wird möglichst söhlig in die wegzufüllende Masse eingeschoben oder eingestosen, dadurch ein Theil der letzteren darüber gebracht und durch ein Erheben des Blattes gelöst, indem die linke Hand den Stütz- und Dreh-Punkt für den als Hebel benutzten Stiel darstellt, das Blatt mit dem Aufgefassten erhebt und sodann zur Seite bewegt, um es unmittelbar auf die Sohle oder in ein Fördergefäs abzuschütten. Bei diesem Heben und Abschütten findet, nach Bedürfniss, die linke Hand ihrerseits wohl wieder einen Stützpunkt auf dem Schenkel des dazu etwas vorgesetzten linken Beines, während das Gewicht des etwas rückwärts gebogenen Körpers den Druck der rechten Hand verstärkt.

Die Schaufel ist wesentlich anzuwenden bei klarer oder auch weicher Masse, weil grobe Bruchstücke sowohl das Einstosen in solche als das Auffassen der Masse selbst, sehr erschweren, ja kaum gestatten würden, es wäre denn, dass die letztere auf einem gediehlten Boden — und selbst dann nicht mit steilem Stose — aufgeschüttet lägen, auf welchem das Blatt unter sie untergeschoben werden könnte. Soll nächstdem mit ihr rein weggefüllt werden, so ist nöthig, dass die Masse auf einer ebenen Sohle liegt, weil Unebenheiten der letzteren eine erfolgreiche Führung verhindern. Ueberhaupt wird die Schaufel da nur mit geringem Erfolge anwendbar seyn, wo die anzugreifende Masse noch einigen Zusammenhang hat, so wie schon da, wo solche, ihrer eigenthümlichen Beschaffenheit nach, dem Einstosen einigen Widerstand entgegen setzt. In allen diesen Fällen wird man sich, so weit überhaupt noch die Wegfüllarbeit darauf anwendbar

Digitized by Google

ist, eines oder des anderen der folgenden Gezähe zu bedienen haben.

Mit einem kurzen Stiele, statt des langen, wendet man die Schaufel vorzugsweise in den seltenen Fällen ihres Gebrauches in der Grube an, obschon dann nur als Hülfs-Fördergezäh, nächstdem aber auch über Tage, in engen Räumen, z. B. bei Schürfen die man unter günstigen Verhältnissen der Oertlichkeit und der Geschicklichkeit der Arbeiter, wohl mit nur 18 Zoll Weite bis auf 2 bis 2½ Lr. Tiefe niederbringt.

Endlich ist noch der ganz hölzernen Schaufeln zu gedenken, — vorzugsweise an manchen Orten: Schippe genannt, — welche aus einem festen, harten Holze — Weiss- oder Roth-Buche, aber auch Esche, Ahorn und dergleichen, — geschnitten meist in Stiel und Blatt aus einem Stücke bestehen.

Das Blatt ist flach muldenförmig, vertieft, jedoch auf dem vorderen ganz geraden Rande offen geschnitten, hinten geschlossen und gewöhnlich abgerundet.

Zu mehrerer Dauer und Haltbarkeit wird wohl auch der vordere Rand mit Eisenblech beschlagen. Der Stiel von 2½—3¼ Fus Länge liegt mit dem Blatte in einer Richtung.

Dieser Schaufel bedient man sich jedoch zum Wegfüllen, als eigentlicher Gewinnungsarbeit, nicht leicht, sondern ausser etwa hie und da zum Ausschlagen und Entleeren von Mehlführungsgefäsen, über Tage bei Erdarbeiten in Schlamm und Sand, auch beim Schneeausschaufeln, — ebenfalls nur als Hülfs-Gezäh bei der Förderung, zum Einfüllen der Massen in die Gefäse, wie auch schon zum Zusammensaubern der abzufördernden Massen in den Bauen, namentlich bei Kohlen, Steinsalz und dergl. Es war daher ihrer nur beiläufig zu gedenken. In älterer Zeit scheint man sie häufig mit der Kratze zusammen angewendet zu haben. (Vergl. Agricola; Vom Bergwerk; Basel 1557. Buch VI. S. 114.)

§. 6. Die Schlamm- oder Fang-Schaufel, dient um Massen von weicher oder selbst schlammiger Beschaffenheit unter einer Wasserbedeckung hervor zu

gewinnen und zu fördern. Der nächste ursprüngliche Zweck ihrer Anwendung ist vornehmlich die Reinigung von Canälen und gröseren Wasserbehältern aller Art, von schlammigen Niederschlägen die sich auf deren Grunde abgesetzt haben, sofern diese Reinigung der geringen Massen und Tiefen halber noch auf einfachem Wege erfolgen kann und nicht künstlicher mechanisch vollkommnerer Hülfsmittel bedarf; nächstdem aber ist sie übergetragen worden auf die Gewinnung von ebenfalls unter mehr oder minder tiefer Wasserbedeckung liegendem Turfe.

Für den Zweck der gegenwärtigen Abhandlung wird wesentlich letztere Anwendung zu berücksichtigen seyn.

Wie schon für ihren Gebrauch im Allgemeinen, so insbesondere auch für die Gewinnung von Turf, kann zwar die Schlammschaufel ziemlich verschiedene Einrichtung, je nach Willkür oder Bedürfniss, bekommen, im Wesentlichen wird solche aber auf die Taf. I. Fig. 2. A in der vorderen und B in der Seiten-Ansicht dargestellte, zurückkommen.

Ein Blatt a von starkem Schaufelblech, nach Erfordern auf dem Rücken (der unteren Seite,) durch eine darunter hinlaufende Rippe verstärkt, ist seiner Länge, zuweilen auch seiner Breite nach, gekrümmt und durch eine Dülle b und von dieser ausgehende Arme c an einer längeren oder kürzeren Stange d, widerhakenartig, unter einem mehr oder minder spitzen Winkel rückwärtslaufend und in einer solchen Stellung befestigt, dass in Folge des Anziehens der Stange das Blatt in den Boden eingreifen und aus demselben ein Stück herausraffen kann. Die Gröse des Blattes kann verschieden seyn, eben so die Länge der Stange je nach der Tiefe der Wasserbedeckung.

Die Wirksamkeit dieser Schaufel ist auf das Herausraffen unregelmäsiger Stücke weicher Masse von noch einigem Zusammenhange beschränkt, während bei minderem oder keinem Zusammenhange das Herausgeraffte wieder von der Schaufel abgleiten würde. (Vergl. Encyclopédie méthodique 1. VIII., Paris 1791, art. tourbe p. 211. explic. des planches.)

Aehnlicher der gewöhnlichen Schaufel ist diejenige

Digitized by Google

Schlammschaufel, deren man sich zum Auswerfen von Schlamm, Sand u. s. f. aus zu reinigenden Fluss- und Canal-Betten u. s. f. bedient, welche mit etwas abgeänderter Stellung der Schaufel gegen den Stiel den sogenannten Schlammräumer giebt. Erstere Schaufel, Taf. I. Fig. 3. hat ein flachmuldenförmiges Blatt von Eisenblech von 2—3 Zoll Tiefe, 16—18 Zoll Länge, 10—12 Zoll Breite, die beiden Seitenwände nebst der Rückwand winkelrecht, die Vorderwand — zuweilen der Boden selbst — schräg aufsteigend.

Blatt und Stiel liegen in einer geraden Linie, bei dem eigentlichen Schlammräumer hingegen bilden sie einen Winkel von 130—140 Grad mit einander, während die übrige Einrichtung und Gröse dieselbe ist. Erstere Schaufel führt man entweder mit beiden Händen wie eine gewöhnliche Schaufel und frei, oder wie den Schlammräumer.

Diesen stellt der Arbeiter gewöhnlich vor sich, mit dem Blatte so auf die Sohle, dass der vordere flachaufsteigende Theil ziemlich auf derselben aufliegt, während der etwas biegsame Stiel auf der Schulter ruht, hält letzteren mit beiden Händen fest, drückt dadurch die Schaufel auf und in den Boden ein und schiebt sie vorwärtsschreitend vor sich hin, wodurch sie sich natürlich mit Schlamm oder dergl. füllt.

Minder vollkommen ist ein anderes Verfahren: die Schaufel umgekehrt, die Hohlung nach unten gewendet, mit dem vorderen Rande auf den Boden zu setzen, den Stiel auf die Schulter zu legen und die auf diese Weise niedergedrückte Schaufel rückwärts schreitend nachzuziehen.

Von diesen Schaufeln ist daher für bergmännische Gewinnung wenig Gebrauch zu machen. Zu der letzteren Art ist übrigens noch zu erwähnen, dass man dieselben, — ja, selbst schon gewöhnliche Schaufeln für ähnliche Anwendung, — an einigen Orten auch mit durchlöchertem Blatte vorrichtet, um das Wasser aus dem Aufgefassten desto leichter ablaufen und abtropfen zu lassen.

Weit zweckmäsiger und von mehrfacher, in manchen Gegenden sogar sehr ausgedehnter, Anwendung, ist hingegen das folgende Gezähstück:

Digitized by Google

§. 7. **Das Schlammnetz** oder **Fangnetz**, vorzugsweise mit dem Namen des **Handbaggers** belegt.

Man bedient sich desselben in seiner eigenthümlichen Gestalt, als Netz, ebenfalls zunächst und vornehmlich zur Gewinnung von Turf, theils noch von einiger Consistenz, theils in rein schlammartigem und breiigen Zustande, wenn solcher unter einer nicht zu beseitigenden Wasserbedeckung liegt, wonach die Einrichtung etwas verschieden ist; so bei den ausgebreiteten Turfgräbereien in den Niederlanden, in einigen Départements des nördlichen Frankreichs, in Hannover u. a. L.

Die Einrichtung des Schlammnetzes für Turf von einigem Zusammenhange ist folgende:

Taf. I. Fig. 4. A. Seitenansicht, B. obere Ansicht, und Fig. 5. Ein länglich- zuweilen auch kreis-runder Ring a von Eisenblech oder Bandeisen, von 13½ bis 25 Zoll grosem, 11 bis 17 Zoll kleinem Durchmesser, 1½—2¼ Zoll Höhe oder Breite, $\frac{3}{10}$ Zoll Dicke, am oberen Rande zugeschärft, ist unter einem Winkel von etwa 150 Grad, seltener gerad auslaufend, an einer Stange b, von einer der Wassertiefe angemessenen, daher wohl bis 20 Fus steigenden Länge befestigt.

Am unteren Rande herum ist durch diesen Ring eine Reihe von Löchern gebohrt und in diesen durch Bindfäden oder Lederriemen c ein Stricknetz d befestigt, dessen Gröse, Weite der Maschen, ja, selbst Gestalt, nach der Natur des Turfes, der Art der Arbeit, dem Herkommen, verschieden ist.

Dieses Netz bildet entweder mehr nur eine Scheibe, so in Fig. 4. oder einen wirklichen Beutel, wie Fig. 5. eine Gestalt, welche auch für andere Arten der Anwendung die gewöhnlichere ist.

Des Ersteren bedient man sich insbesondere zum ersten Angriffe des noch unverritzten Turfes; der Ring a von den kleinsten oder mittleren Masverhältnissen ist dazu stärker, die gegen 8 Zoll langen Befestigungsriemen b, stehen bis 3 Zoll auseinander, das Netz hat nur etwa ⅔ des Durchmessers des Ringes und Maschen von ½ bis ⅝ Zoll Weite; die beutelförmigen Netze hingegen von

Digitized by Google

17 bis 18 Zoll Tiefe mit engeren nur $\frac{3}{10}$ bis $\frac{4}{10}$ weiten Maschen sind an ganz kurzen und sehr nahe aneinander stehenden Riemen befestigt.

Noch grösere Netze, wie sie wohl hie und da vorkommen, sind zu schwer und ungeführlich.

Die Handhabung dieser Schlammnetze an und für sich erscheint sehr einfach, erfordert aber für einen guten Erfolg viel Uebung. Der Arbeiter der am besten wenigstens den mittleren Theil des Körpers und die Oberschenkel durch eine Lederbekleidung, vornehmlich gegen den von der Stange auf letztere ausgeübten starken Druck, schützt, führt auf dem Ufer oder auf einem flachen Fahrzeuge, und zwar dann auf über die Borde desselben gelegten Bänken stehend, das Netz am Stiele schräg, mit der scharfen Kante abwärts gewendet, gegen den Grund und sucht von letzterem damit soviel Masse abzuschneiden und aufzuraffen als möglich, worauf er das Netz an sich zieht, heraushebt und in das Fahrzeug oder auch — am Lande — in besondere Einsümpf-Tröge ausleert. (Vergl. Journal des mines. t. XV. p. 342, et seqq. t. XXVI. p. 123. — Mittheilungen des hannöverschen Gewerbevereins, Jahrgg. V. (1839.) Lief. 19. S. 376 u. f. f.)

Bei der Turfgewinnung haben übrigens diese Schlamm, netze, so ausgebreitet ihre Anwendung auch ist, allemadie Mängel, 1) dass sie viele Masse ungewonnen stehenl daher verloren gehen lassen, 2) dass sie nur Streichturj liefern, während oft die Dichtheit von selbst unter tieferer Wasserbedeckung liegender Masse, Stechturf zu geben geeignet wäre. Diesen Mängeln helfen einige Arten der später zu beschreibenden Turfspaten ab.

Eine Anwendung anderer Art finden die Fangnetze und ähnlichen Vorrichtungen, besonders in den südlichen Provinzen von Schweden, auch in Finnland und Russland, bei Gewinnung der Seeerze unter 7—20 Fus hohen Wasserbedeckung hervor; dieselben bestehen wesentlich in Thoneisenstein, als Oxydhydrat, in der Form von Kugeln, Scheiben und unregelmäsigen Geschieben, — die Kugeln von der Gröbe des feinsten Schiespulvers bis zu der von Gänseeiern, die Scheiben von 1 bis 36

Digitized by Google

Zoll Durchmesser, — welche in ausgedehnten und oft sehr mächtigen Ablagerungen auf dem Grunde der grosen Landseen vorkommen, in überall gleicher Vertheilung oder vorzugsweise an den Ausmündungen der Flüsse angehäuft.

Man bedient sich dazu entweder weiter, hölzerner Gabeln, welche an einer Stange befestigt sind und zwischen denen vorn ein als Schaufel dienendes Blech eingespannt, dahinter aber ein feiner Netzbeutel angehängt ist; oder eines eisernen Siebes, ja, selbst nur eines eisernen Eimers.

Der Arbeiter fasst entweder, vom Ufer aus, mit dem Schaufelbleche der auf den Grund geführten Gabel das Erz auf, und füllt so den Beutel, den er während des Heraufziehens mehrere Male im Wasser hin- und herschwenkt, um das Erz von Schlamm zu reinigen: oder er steht auf einem Flosse, welches durch zwei Mann regirt und an der Stelle, wo gefischt werden soll, an zwei in den Grund getriebenen Stangen befestigt wird, und von welchem aus er den Eimer über den Rand oder durch in dem Fahrzeuge angebrachte Oeffnungen, einsenkt. Er führt den Eimer horizontal auf dem Grunde hin, drückt ihn dabei auf und hebt den auf diese Weise gefüllten vorsichtig aus dem Wasser heraus, worauf das Erz nach Umständen gleich in einem über dem Rande des Fahrzeuges hängenden Siebe oder auch am Ufer, gewaschen und so von Thon und Sand gereinigt wird.

Vornehmlich die eisernen Siebe sollen geeignet seyn, nicht nur reineres sondern auch gleichzeitig das feinere Erz mit zugewinnen. (Vergl. M. Meyer, Beiträge zur Kenntniss des Eisenhüttenwesens in Schweden; Berlin, 1829. S. 192; — Annuaire du Journal des mines de Russie, Année 1835. Pétersbourg, 1840, p. 237.)

Mit gleichen Vorrichtungen wird ferner auch z. B. in Brasilien, der Goldsand aus tieferen Flüssen ausgefischt, wozu man sich eines eisernen runden oder viereckigen Ringes an einer langen Stange bedient, an welchem selbst wieder ein Sack von ungegerbtem Leder befestigt ist; auch dieser Rahmen hat vorn einen spatenartigen Ansatz. Zu sicherer Führung befestigt der Arbeiter den Stiel am Rande des Fahrzeuges, in welchem

Digitized by Google

er sitzt, drückt nun den Spaten stark in das goldhaltige Gerölle auf dem Flussgrunde, schiebt ihn dem Strome entgegen, füllt so den Beutel und leert ihn dann in das Fahrzeug aus. (Vergl. W. L. von Eschwege, Pluto Brasiliensis, Berlin, 1833. S. 237.)

Endlich ist auch der Bernstein ein Gegenstand derartiger Gewinnung mit Netzen aus Hanfgeflecht, entweder vom Grunde der See oder aus am Ufer gebildeten Lagunen, in welche die Wellen zeitweilig denselben hineinspülen und absetzen. Auch hier bedienen sich die Arbeiter lederner wasserdichter Anzüge mit denen sie in das Wasser selbst hineinsteigen. (Vergl. C. W. van Roy, Ansichten über Entstehung und Vorkommen des Bernsteines, Danzig, 1840. S. 19.)

Schlüsslich möge nur noch bemerkt werden, dass der eigentliche Handbagger, zum Ausräumen von Schlamm, Sand, Moorerde und dergl. ganz auf denselben Construktionen beruht, entweder ein undurchbrochener Beutel oder Eimer von Leder, Holz, Blech — auch letzterer meist mit rundausgetieftem Boden, — oder ein Netz von Drath ist, allemal an einem scharfen eisernen Ringe und durch solchen an einem Stiele befestigt.

Von wesentlichem Einflusse auf einen guten Erfolg möchte aber bei allen ähnlichen Gezähen, die Befestigung des Ringes an dem Stiele unter einem stumpfen Winkel — nicht in gerader Linie, — seyn.

Ein zu dieser Classe gehöriger, übrigens — gleich einigen ähnlichen — für die Handhabung schon mehr vervollkommneter sehr zweckmäsiger Handbagger ist u. A. der in den Annales des ponts et chaussées 1. ser. 1838. 2. sem. p. 317 beschriebene, bei dem Canale von Burgund angewendete.

Seiner Haupteinrichtung nach besteht derselbe aus einem 0,3 mètre tiefen viereckigen Kasten von Eisenblech, oben 0,63 m. lang und weit, unten eben soweit, jedoch nur 0,3 m. lang, so zwar, dass diese Verkürzung nur in dem vorderen Theile liegt, indem die hintere Wand des Kastens senkrecht, die vordere aber schräg, unter etwa 45 Grad aufsteigt. An den oberen Rand der letz-

Digitized by Google

teren ist eine noch etwas flacher stehende gezahnte Schaufel angesetzt. Dieser Kasten ist an der vorderen Seite des Bodens, also etwa in seiner halben oberen Länge, auf zwei Räder aufgesetzt, mit der hinteren Wand aber an einer langen Stange befestigt.

Mittelst dieser, dem Boden parallel laufenden Stange wird der, sonach eine sehr tiefe Schaufel bildende, Kasten durch einen auf einem Fahrzeuge stehenden Mann auf den Grund des Wassers hinabgeführt, so zwar, dass bei schräger Richtung der Stange die schräge Vorderwand des Kastens sich ebenfalls noch gegen den Grund hinabsenkt und mit dem Schaufelblatte in denselben eingreift. Hierauf ziehen zwei andere, am Ufer stehende Arbeiter, mittelst eines an dem Kasten befestigten Seiles denselben vorwärts wodurch er sich mit Grundmasse füllt und endlich mittelst desselben Seiles ans Ufer herangezogen wird. Der Arbeiter im Kahne hat dabei nur den Kasten mit der Stange niederzuhalten, zu leiten und mit dem Kahne zu folgen, wozu letzterer gerade mit Hülfe eines über das Wasser gespannten Seiles in der gehörigen Richtung erhalten wird. Damit das von dem Kasten mitgeschöpfte Wasser ablaufen kann, ist derselbe durchlöchert.

Ein ähnlicher Bagger aber ohne Räder, der jedoch ganz von einer Fähre aus, auf gleiche Weise gehandhabt wird, welche letztere durch zwei mit hinreichendem Spielraume neben einander befestigte Kähne gebildet ist, findet sich in den Annales des ponts et chaussées 1. ser. 1836. 1. sem. p. 71.

§. 8. Die Gabel, kommt als Gezäh zur Gewinnung vornehmlich bei der Seifenarbeit, (beim Abbaue von Seifenwerken,) in Anwendung.

Die Seifengabel, Taf. I. Fig. 6. — A vordere Ansicht, B Seitenansicht, — a, hat meist 9 Zinken von 8 bis 10 Zoll Länge, auf eine Breite von 8 bis 9 Zoll vertheilt. Am brauchbarsten ist sie zwar von Eisen und dann durch eine Dülle an dem 4 bis 5 Fuss langen Helme b, befestigt, nicht selten ist sie aber auch ganz von Holz gefertigt, mit hölzernen ½ Zoll starken Zähnen, welche in einem 10 bis 12 Zoll langen Bretchen stecken

Digitized by Google

das wieder an dem Helme befestigt ist. In beiden Fällen steht gegen letzteren die Gabel unter einem Winkel von 130 bis 150 Grad.

Der Gebrauch dieser Gabel erstreckt sich wesentlich auf das sogenannte Eintreiben, d. i. Einschlämmen des anstehenden Seifengebirges, dessen Stos der Arbeiter mit derselben angreift und auflockert, während das Wasser über ihn herabstürzt, dessen Wirkung dadurch unterstützt wird.

Bei anderen, jedoch wenn schon als solche bezeichneten, doch nicht eigentlichen Seifenbauen, insbesondere solchen auf festere noch anstehende Masse gerichteten, z. B. hie und da auf Zinnstein in England, Golderze in Peru und Brasilien, wird die Seifengabel durch den Schrämspies und die Brechstange ersetzt. (Vergl. Schlägel- und Eisen-Arbeit und Hereintreibe-Arbeit.)

Eine weitere Anwendung der Seifengabel bei dem eigentlichen Seifnen findet in dessen fernerem Verlaufe bei dem Aufgabeln und Auswerfen der tauben und haltigen Geschiebe, aus dem Seifengraben, (dem Flusse,) während und nach dem Durcharbeiten des Eingetriebenen, Platz, welche Arbeiten jedoch schon nicht mehr zur eigentlichen Gewinnung zu rechnen sind.

Einer anders gestalteten Gabel mit 2 oder höchstens 3 entweder etwas gekrümmten, oder an sich unter einem stumpfen Winkel gegen das Helm stehenden Zinken, bedient man sich nächstdem hier und da zur Gewinnung solcher Sumpf- und Morast-Erze (Eisensteine,) welche auf einem sandigen, kiesigen Grunde unter einer mehr oder minder hohen Wasserbedeckung, als unregelmäsige Geschiebe nur lose aufliegen und daher nur aufgefasst und ausgeworfen zu werden brauchen. Die Führung der Gabel erfolgt von Fahrzeugen aus, oder auch im Wasser selbst durch einen mit hohen Wasserstiefeln bekleideten Arbeiter.

Noch möchte endlich nicht unerwähnt bleiben, dass man sich auch zur Gewinnung von etwas mehr zusammenhängender, Turf-, Moor- und anderer Masse, zuweilen einer Vereinigung von Gabel und Schaufel bedient, in

Digitized by Google

der Art, dass man den unteren Rand einer, gewöhnlich hölzernen, Schaufel mit einem Beschlage von mehreren geraden 1 bis 3 Zoll langen eisernen Zinken versieht, welche den ersten Angriff der zu gewinnenden Masse erleichtern.

Dagegen gehören die bei Turfgräbereien lediglich zum Wegheben der gestochenen Turfsteine angewendeten Setzer-Gabeln, als reines Fördergezäh, nicht hieher.

§. 9. Die Kratze, ein in seinem Ursprunge wie seiner Anwendung vorzugsweise bergmännischen Arbeiten zugehöriges Gezähstück, stellt in ihrer Einrichtung zwei Hauptverschiedenheiten dar: 1) die Krückenkratze und 2) die Spitzkratze.

1) Die Krückenkratze. Taf. I. Fig. 7. - A, untere Ansicht, B, vordere Ansicht, Fig. 8. A, Seitenansicht, B, vordere Ansicht, — besteht in ihrer ursprünglichen Gestalt, Fig. 7, aus einem geschmiedeten Blatte a, unten 10 bis 14 Zoll breit, 6 bis 8 Zoll hoch, im Aufriss fast halbrund, oder mehr als schräger Durchschnitt eines Hohlcylinders, Hohlkegels, daher wohl selbst fast dreiseitig gestaltet, jedoch immer noch die beiden aufgerichteten Seiten gerundet, — dieses Blatt sitzt an einem Oehr b, von länglich vierseitigem Querschnitte und einer zu sicherer Befestigung hinreichenden Länge — 3 bis 4 Zoll, — und ist nächstdem insbesondere mit einem starken Nacken versehen, indem mit diesem wie bei allen Kratzen, nach Erfordern selbst geschlagen wird, um eine in den Bruchstücken zusammengebackene oder sonst zusammenhängende Masse zu trennen.

Das Blatt wird zuweilen durch eine vom Oehre aus in der Mitte herablaufende Rippe c, verstärkt, welche gern, vornehmlich auf der inneren Seite, auch mit etwas mehr Breite und Stärke von dem Oehr ausgeht um eine feste Verbindung mit letzterem herzustellen; indess findet sich dieser Zusatz seltener, weil er die Anfertigung erschwert und vertheuert, während schon die Krümmung dem Blatte viel Standhaftigkeit giebt.

In dem Oehr ist das $2^3/_4$ bis $3^1/_2$ Fuss lange hölzerne Helm d, befestigt; es ist gerade und wie alle fest

Digitized by Google

zu fassende Helme am zweckmässigsten im Querschnitte länglich rund. Am hinteren Ende, sowie etwa bei $^3/_5$ der Länge, gegen das Blatt hin, ist auf der unteren Seite ein Haken oder eine Nase, e,e, von etwa 1 Zoll Höhe angeschnitten, welche beide dazu dienen die Kratze fest in den Händen erhalten zu lassen, wenn damit bei gröserem Zusammenhange oder Gewichte der zu bearbeitenden Masse ein stärkerer Zug auszuüben nöthig ist.

Um das mit dieser Kratze gefasste Haufwerk besser zusammen zu halten ist es nöthig, das Blatt seiner Breite nach, in einem flachen Bogen, von etwa $2\frac{1}{2}$ bis 3 Fus Halbmesser zu krümmen, und so hohl zu gestalten. Da aber bei der Handhabung der Kratze, wenn schon der Arbeiter sich dabei etwas bückt, das Helm nicht parallel der Sohle geführt werden kann, sondern schräg aufwärts gerichtet ist, so wird hierdurch wieder nothwendig, den unteren Rand oder die Angriffskante des Blattes etwas schräg, in der Weise, abzuschneiden, dass er auch bei jener aufwärts gerichteten Stellung des Helmes durchgängig auf der Sohle aufliegt, wodurch natürlich die untere Kante rund ausgeschnitten, die Ecken etwas spitz ausgezogen werden. (Vergl. Fig. 7, B.) Ein anderer, minder brauchbarer, Ausweg würde seyn: das Blatt mit dem Oehre und Helme einen etwas stumpfen Winkel bilden zu lassen oder gar das Blatt auch der Höhe nach zu krümmen, wobei natürlich die Ecken auch weiter ausgezogen werden müssten. Uebrigens soll eigentlich eine gut construirte und richtig besteckte, d. i. mit Helm versehene, Krückenkratze, mit der Schneide auf ein söhlig liegendes Bret aufgestellt, ohne umzufallen frei stehen bleiben, eine Probe, welche freilich wohl nur von wenigen bestanden werden dürfte.

Die Handhabung dieser Kratze, welche mit beiden Händen, vor dem bezeichneten Haken am Helme mit der rechten am hinteren Ende, mit der linken vorwärts etwas über der Mitte der Länge hin, gefasst und geführt wird, ist zu einfach als dass darüber noch ausführlichere Erklärung nöthig wäre; man bedient sich ihrer, wie theilweis schon angedeutet, zum Abfüllen gröberer Bruch-

Digitized by Google

stücke und Gerölle, sowohl mit oder ohne allen Zusammanhang unter sich, von Haldenmasse und dergl., sowie von kleinkörniger, aber fest zusammenhängender Masse, anstehendem Sande, Gems und verwittertem, aufgelösten Gesteine, selbst von lettiger Beschaffenheit, daher auch zum Abfüllen schon gewonnenen Haufwerkes über Tage und in der Grube, insbesondere auf unebener Sohle auf welcher die Schaufel nicht ausreichend ist, deren Vertiefungen hingegen die Kratze durch zweckmässige Benutzung ihrer Ecken völlig rein ausräumen lässt.

Abgesehen von dieser Beschaffenheit des Haufwerkes eignet sich aber die Kratze, — was auch von der Spitzkratze gilt, — für die Grubenbaue wesentlich wegen der Kürze des Helmes, die ihre Anwendung auch in engen Räumen gestattet, in welchen die Schaufel nur mit bedeutender Verkürzung des Stieles und dann immer noch in weit beschränkterer und unvollkommnerer Weise benutzt werden könnte; freilich immer nach Masgabe des Bereiches ihrer Wirksamkeit, welche bei der Kratze ein unmittelbares Wegfördern, ohne Hülfsgefässe, ausschliest, wovon weiter unten zu sprechen seyn wird.

Diese Art Krückenkratze ist zwar in dieser ihrer Grundform viel gebräuchlich, jedoch wegen der Gröse des Blattes immer etwas schwer, *) insbesondere aber wegen dessen gröserer Breite überall da minder brauchbar, wo der Raum sehr eng, die Sohle, von welcher Masse weggefüllt werden soll, durchaus und sehr uneben ist, indem sie mit ihrer Breite zu allgemein und unwirksam über diese Vertiefungen hinweggeht.

Es haben daher in neuerer Zeit mehr die Fig. 8 und 9 bezeichneten Gestalten des Blattes Eingang ge-

*) Ueberhaupt hat man, wie allen Gezähen, so insbesondere der Kratze, keine unnöthige Schwere zu geben, welche gerade bei ihr durch Vergröserung und Verstärkung des Blattes leicht, doch aber blos zum Nachtheile herbeigeführt wird. Ein fast ans Unglaubliche grenzendes Beispiel eines solchen übermäsigen Gewichtes führt J. Ezquerra del Bayo, in seinen Elementos de labores de minas, Madrid 1839, p. 79. von einigen Distrikten von Navarra und der Rioja an, wo Kratzen von 11 ℔. Gewicht bei kaum 2 Fus Helmlänge angewendet werden.

Digitized by Google

funden, davon Fig. 9 mehr Höhe, 7 bis 9 Zoll, dagegen mindere Breite, 7 bis 8 Zoll, hat. Die Fläche des Blattes ist dabei meist mehr trapezoidal, die breite Seite oben oder unten liegend. Die mehrere Höhe macht dieses Blatt geeignet bei lose aber hoch aufgestürztem Haufwerke, der Höhe nach mehr mit einem Male zu fassen; Fig. 8 hingegen mit etwas mehr Breite, jedoch immer noch weniger als die erste, übrigens gleicher Höhe, oben aber nicht rund, sondern ebenfalls geradlinig abgeschnitten, bildet gleichsam den Uebergang aus jener in Fig. 7. Die übrige Einrichtung ist wie bei der erstgenannten.

2) Die Spitzkratze, hat entweder ein vierseitiges Blatt Taf. I. Fig. 9. — Vordere Ansicht, — oder wie nach der älteren noch hier und da gebräuchlichen Einrichtung — Fig. 10. A, Seitenansicht, B, vordere Ansicht, — ein rundes herzförmiges Blatt von 8 bis 9 Zoll gröster Höhe und 7 bis 8 Zoll gröster Breite. In beiden Fällen aber ist dieses Blatt a unten mit einer 1¼ — 1½ Zoll langen, am Ansatzpunkte bis 1 Zoll starken Spitze b, versehen, in welche einerseits die vom Oehre herablaufende Verstärkungsrippe c, andrerseits die Rundung der Seiten (in Fig. 10) unmittelbar übergeht. Bei der älteren Construction ist das Helm, wie von mehrerem Gezähe, rund — obschon übrigens theilweis ebenfalls mit dem vorspringenden Haken, nur entfernter vom Blatte stehend, versehen, — das Blatt der Höhe nach rückwärts gegen das Helm etwas gebogen, was, bei geringem Grade, das Zusammenfassen und Halten der Masse unterstützt, hingegen einigermasen weiter ausgedehnt dasselbe sehr unbrauchbar macht. — Ueberhaupt aber ist diese Spitz-Kratze zur gewöhnlichen Wegfüllarbeit von einer ebenen festen Sohle ungeeignet, da sie solche natürlich wegen der hervorstehenden Spitze, — die ältere schon wegen des runden Blattes, — nicht rein abzuräumen vermag und desshalb bei den letzten Zügen der Arbeit mit einer der Seitenkanten angewendet werden muss; dahingegen gestattet sie schon mehr eine wirkliche, durch mehrere Kraftanstrengung zu bewirkende Trennung, ein

Zerhauen mehr zusammenhängender Massen und bildet somit in dieser Form und Anwendung schon einen Uebergang zu einer Art Breithaue (S. die Keilhauenarbeit,) als welche sie, in den Seiten geschärft, zur Gewinnung mulmiger und lettiger Erz-, Gang- und anderer Massen, zusammengebackenen Sandes und Thones angewendet, daher auch in der Grube, bei der Gewältigung, wie selbst der Gewinnung, benutzt wird; in welchen Fällen sie die ausserdem oft nöthige Unterstützung der Krückenkratze durch die Keilhaue entbehren und selbstständiger auftreten kann, obschon gegentheils wieder bei dieser, der Krückenkratze, die Ecken des Blattes die Mittelspitze ersetzen können. Zu den wenigst zweckmäsigen gehört aber die hier und da gegebene Einrichtung, das Blatt, wie in Fig. 9, jedoch unten halbkreisförmig, statt gerade geschnitten, zu gestalten, über welche Rundung die Spitze, ebenfalls ohne Uebergang hinausragt.

Es scheint übrigens als ob diese Spitzkratze, wenigstens in der Grube, weit früher als die erstere, ja, in älterer Zeit ganz allein, angewendet worden sei, — wie sie es denn für das Wegfüllen als eigentliche Gewinnungsarbeit noch ist, — denn sowohl Agricola a. a. O. Buch VI. S. 114, als auch selbst später, A. von Schönberg in seiner Berginformation, (Leipzig, 1693, Art. Kratze), und andere diesem folgende Schriftsteller, erwähnen nur der Spitzkratze, als eigentliche Kratze, der Krückenkratze aber nur als Krücke oder Krückel, zum Gebrauche beim Wegfüllen von Fördermasse von der Halde bestimmt.

In neuerer Zeit ist sie ihrer beschränkteren Anwendbarkeit halber mehr ausser Gebrauch gekommen, und hat sich nur noch hie und da durch Herkommen erhalten. So stellt sie z. B. mit stark gekrümmtem Blatte das Hauptgezäh dar bei der Gewinnung des goldhaltigen Sandes und Gerölles in Brasilien, auf der Tagesoberfläche, durch eine Art Seifenbau, bei welchem man in den die Niederungen erfüllenden goldhaltigen Ablagerungen, längst der ersteren hinab, einen flachen und schmalen Graben zieht, durch denselben Wasser leitet und alle 3 bis 4

Digitized by Google

Schritt einen Arbeiter aufstellt, welcher mit jener Kratze das Gerölle auf die ganze Breite des Grabens stromaufwärts ausbreitet, wodurch dem Wasser Gelegenheit gegeben wird das leichtere, Unhaltige fortzuschwemmen, während das Haltige sich auf dem Grunde ablagert; es gehört indess hierzu eine hinreichende Geschicklichkeit, damit nicht gleichzeitig auch die feinen Goldtheilchen vom Wasser mit fortgerissen werden, daher der Arbeiter die in das Gerölle eingedrückte Kratze nur langsam lüftet und schüttelt, um dadurch die Goldkörner durch das übrige Haufwerk hinabgleiten zu lassen. (S. v. Eschwege Pluto Brasiliensis S. 239.) Im Uebrigen ist für die gewöhnliche Wegfüllarbeit mit der Kratze der gemeine flache Bergtrog oder Bergkorb oder ein anderes derartiges Fördergefäs als Hülfsgeräth unentbehrlich, da mit ersterer allein ein, in der Regel nothwendiges Wegschaffen der abgefüllten Masse auf nur einige Entfernung nicht wohl ausführbar wäre. Da jedoch dieser Theil der Arbeit eine blose Förderung, das Gefäs ein reines Fördergefäss ist, so kann auch hier nicht näher darauf eingegangen werden.

Eine höchst kunstlose Darstellung der Kratze ist das zufolge Burkart bei dem mexicanischen Bergbaue noch gebräuchliche (Vergl. J. Burkart, Aufenthalt und Reisen in Mexico, Stuttgardt, 1836. Thl. 2. S. 241.) aufgespaltene und auseinander gelegte, oval geschnittene Kuh- oder Ochsen-Horn, welches, ohne Stiel, im Vereine mit einem ledernen Sacke, als Fördergefäs, beim Gewältigen alter Baue aber auch selbst zur unmittelbaren Gewinnung anstehender lettiger Gang- und Erz-Massen, in der Weise angewendet wird, dass der Arbeiter den auf der Sohle liegenden Sack mit dem Fuse festhält und mit dem Horne füllt.

In geschichtlicher Hinsicht möge endlich noch der Eber- oder Wilde-Schweins-Fänge gedacht werden, deren sich, den gefundenen Ueberresten nach, für gleichen Zweck wie die Kratze, die unbekannten Völkerschaften bedienten, welche — gewöhnlich unter dem Namen Tschuden aufgeführt, — den uralten, eben so ausgedehnten

Digitized by Google

als seinen Spuren nach höchst kunstlosen Bergbau auf Kupfer und Gold, im südlichen und östlichen Theile von Sibirien betrieben haben. Nach jenen Ueberresten zu schliesen, kratzten sie mit diesen Fangzähnen die goldhaltigen Ocker heraus, wahrscheinlich in die — an mehreren Punkten gefundenen — Ledersäcke. (Vergl. J. Lepechin, Reise durch verschiedene Provinzen des russischen Reiches; übersetzt von C. H. Hase; Altenburg, 1775. Th. II. S. 59, 168. — P. S. Pallas, Reise durch verschiedene Provinzen des russischen Reiches. Th. II. Petersburg, 1773. S. 608.)

§. 10. Der Kräll oder Kräl, Taf. I. Fig. 11. — A. Seiten-, B. vordere Ansicht, — ist ein harken- oder rechenähnliches Gezäh mit 4 bis 6, ja selbst noch mehr stumpfen Zinken a von 5 bis 7 Zoll Länge, an einer Querschiene, welche durch eine Dülle b, an einem 3 bis 5 Fus langen, meist runden Helme c und zwar rechtwinklich gegen letzteren, befestigt ist. Die Zinken sind meist, und am besten, von Eisen, sehr oft aber auch nur von Holz.

Man bedient sich desselben lediglich zum Wegfüllen schon gewonnenen Haufwerkes, aus gröberen nur lose aufgehäuften und ganz unzusammenhängenden Bruchstücken bestehend, daher mehr als Hülfsgezäh für die Förderung, in welcher Weise es hauptsächlich beim Abbaue von Steinkohlen, nächstdem auch von Steinsalz und dergl. Anwendung findet.

Zu der Classe der Krälle gehört übrigens auch die mit zwei, ebenfalls rechtwinklich eingebogenen Zinken versehene Gabel Taf. I. Fig. 12, an einem 8 bis 16 Fus langen Helme befestigt, welche ebenfalls beim Abbaue mächtigerer Kohlenflötze, besonders durch Pfeilerbau, zum aus der Ferne zu bewirkenden sicheren Wegfördern der durch Bruch hereingekommenen Kohle aus letzterem, gleichzeitig auch zum Ausbühnen und Wegziehen der einstweilen gesetzten Bolzen dient.

Auch diese Arbeit hat jedoch denselben Character, wie die mit dem gewöhnlichen Kräll, nämlich den einer Hülfsarbeit für die Förderung, daher sie nur in sofern

hier zu erwähnen ist, als sie sich auch zum Wegfüllen als wirkliche Gewinnung unter ähnlichen Umständen eignen würde, so z. B. beim Bruchbaue. (Vergl. Abbaue.)

Abtheilung B.

Gezähe zur Trennung einer schon etwas mehr zusammenhängenden Masse, (durch eine Art Schneiden) *geeignet.*

§. 11. Diese Abtheilung wird dargestellt durch den Spaten, in seinen verschiedenen Abänderungen.

Der Spaten, als solcher, findet nur bei Tagearbeiten auf und nahe unter der Erdoberfläche Anwendung, nie bei Gewinnungsarbeiten in der Grube, als den vorzugsweise bergmännischen, woselbst die ganzen örtlichen Verhältnisse nicht leicht Gelegenheit dazu geben würden; wenn er hingegen auch bei Tagearbeiten bei manchem Bergbaue hartnäckig verschmäht wird, so beruht diess meist nur auf einem grundlosen Beharren auf Gewohnheit und Herkommen.

Der Spaten gestattet in allen seinen Abarten keine andere Führung als von oben nach unten, d. i. eine solche, bei welcher der Arbeiter auf und über der anzugreifenden Masse steht. Die Masse selbst muss dazu mehr weich, von gleichartiger Beschaffenheit, weniger sandig oder überhaupt aus festeren Bruchstücken zusammengesetzt seyn, weil sonst das, mit diesem Gezähe beabsichtigte Abschneiden nicht möglich wäre. Für den Spaten geeignete Massen sind sonach Dammerde, Turf, nicht fester Lehm, Thon, Letten.

Die sehr verschiedenen Abänderungen des Spatens lassen sich im Wesentlichen unter zwei Hauptabtheilungen bringen 1) die der einfachen, einschneidigen und 2) die der mehrschneidigen.

§. 12. Die einschneidigen Spaten. Hier ist zuerst zu nennen: 1) Der gemeine Spaten, Taf. II. Fig. 1. — A. B. vordere, C. untere Ansicht, — besteht

Digitized by Google

aus einem starken geschmiedeten eisernen Blatte a von 6 bis 7 Zoll Breite und 7 bis 9 Zoll Höhe; (überhaupt werden die Masverhältnisse durch die Beschaffenheit der zu behandelnden Masse, wie durch Herkommen und Willkür sehr verändert;) je gröser das Blatt ist, desto grösere Stücke kann man damit auf einmal angreifen und abtrennen, desto mehr Kraft wird aber auch erfordert und desto mehreren Widerstand hat gleichzeitig das Blatt selbst zu leisten. —

Das Blatt ist entweder gleich breit, länglich viereckig, wie Fig. A. oder von oben nach unten schmäler werdend, trapezoidal, wie Fig. B.; ersteres, wenn der Angriff durch die untere Kante allein bewirkt, letzteres, wenn er auch durch die beiden Seiten fortgesetzt werden soll.

An einigen Orten zieht man die erstere Form vor, an anderen die letztere, welche allerdings auch den Vortheil gewährt den ganzen Widerstand nicht, auf eine einzige gerade Linie vereinigt, mit einem Male überwinden zu müssen. Auch an dem gleich breiten Blatte werden aus derselben Ursache wie bei der Schaufel, die Ecken verschnitten, wodurch sich derselbe, in seiner Wirkung dem trapezoidalen nähert; unverschnittene Ecken finden höchstens bei an und für sich kleinen und schmalen Spaten ohne Nachtheil Anwendung.

Das Blatt muss stark, von gutem Eisen, im unteren Theile bei der trapezoidalen Gestalt auch auf den beiden Seiten, mit Stahl angelegt, in den Flächen geschliffen und in den Kanten etwas geschärft seyn. Sowohl des zu leistenden starken Widerstandes, namentlich beim Ausheben des abgestochenen Stückes halber, als auch, weil es oft zum weiteren Auswerfen des letzteren dienen muss, ist es rathsam dasselbe der Breite nach flach hohl zu krümmen, wie Fig. C. zeigt, jedoch ist eine zu starke Krümmung wieder nicht zweckmäsig, sowie ein hier und da gebräuchliches, spitzes Ausziehen der beiden oberen Ecken ganz unnütz.

Dieses Blatt ist an einem geraden, runden Helme b, von einem guten festen Holze (Esche, Eiche, Weiss-

Digitized by Google

buche und dergl. — vergl. das bei der Schaufel in diesem Bezuge gesagte — mittelst einer Dülle c durch Nägel befestigt, welche Dülle, oben cylindrisch, sich unten in einer spitzen Verlängerung in das Blatt selbst allmälig verläuft, weil bei diesem Gezähe ein bloser Hals durch den die Dülle mit dem Blatte verbunden wäre, nicht hinreichenden Widerstand leisten würde.

Das Helm ist $1\frac{5}{8}$ — $1\frac{3}{4}$ Zoll stark, so dass es noch bequem mit der Hand umfasst werden kann; für gewöhnlichen Gebrauch 30 bis 36 Zoll lang, und oben mit einer Krücke d von gleicher Stärke und 4 bis 5 Zoll Breite versehen.

Dieser Spaten, in seiner ursprünglichen, einfachen Einrichtung zum Aufgraben von Dammerde, Letten und Massen von ähnlichem Zusammenhange, zum Abheben von Rasen, zur Braunkohlengewinnung durch Tagebaue, besonders Kuhlenbau, selbst wohl zum Turfstechen, angewendet, (obschon er hierzu mehr in etwas veränderter Gestalt gebräuchlich ist,) wird mit beiden Händen gehandhabt; die linke fasst denselben in oder etwas unter der Mitte der Länge des Helmes, die rechte an der Krücke; so führt der Arbeiter den Spaten in wenig schräger Stellung von oben gegen die anzugreifende Masse und unterstützt das Eintreiben durch das Gewicht seines Ober-Körpers, den er auf dem rechten Arme lasten lässt, sowie, je nach Gewohnheit, durch den linken oder den rechten Fus, den er auf die eine obere Kante des Blattes zur Seite der Dülle aufsetzt.

Ist das Blatt bis auf die beabsichtigte Tiefe eingedrungen, so übt er mit der rechten Hand einen Druck nach hinten aus, welchem bei noch zäherer Masse zu mehrerer Lösung wohl einer dergleichen nach vorn vorausgeht, während die linke das Helm festhält und so, nach Befinden unterstützt von der hinter dem Blatte anstehenden Masse, als Stützpunkt dient, so dass der als Hebel wirkende Spaten das abgetrennte Stück aushebt, worauf es auf die Seite geworfen werden kann.

Beim Abstechen von Rasen und Turf wird zwar eine geringere Anstrengung erfordert, dagegen wird die

Digitized by Google

Handhabung dadurch umständlicher, dass zum Abstechen jedes Stückes, (Ziegel, Sode u. s. f.) ein zweimaliges Einstosen des Spatens im rechten Winkel, — im ersten Anfange der Arbeit selbst ein drei, ja viermaliges, — sodann aber ein Abheben durch söhliges Einschieben des Blattes unter das abgestochene Stück, nöthig ist, (sobald, bei Turf, die Stücke nicht in stehender Stellung abgestochen werden, wo letzteres wegfällt,) wozu nach Befinden der Umstände gleich anfänglich noch die Herstellung eines höheren oder tieferen Angriffsstoses kommt.

Zu solchem Abstechen von Rasen und Turf bedient man sich insbesondere breiterer Spaten, welche den Uebergang in die weiter unten zu beschreibenden bilden. — Eine andere ebenfalls vorkommende Gestalt des Blattes ist die, in einen stumpfen Winkel, statt der unteren geraden Kante, auslaufende, welche allerdings das Eindringen in etwas festeren Boden mehr erleichtert.

Verschieden von diesen Spaten zeigt sich:

2) Der Taf. II. Fig. 2. — A. vordere, B. Seiten-Ansicht, — dargestellte, mit unten rundem, dabei gewöhnlich an sich breiterem Blatte a, welches der Höhe nach, gleich dem gewöhnlichen, gerade oder ebenfalls in dem unteren Theile nach einem sehr grosen Halbmesser gebogen ist, wie in Fig. B., in welchem Falle gegentheils die Krümmung der Breite nach wegfällt; dasselbe sitzt an einem kurzen Helme b, ohne Krücke, welches meist nur eine Länge von 24, ja noch weniger, bis 12 und 14 Zoll herab, hat.

Dieser Spaten findet vornehmlich bei mehrerem Bergbaue über Tage, bei Schurf- und Abdeck-Arbeiten, beim Ausstechen von Gräben und Teichstätten u. dergl. Anwendung. — Die abgerundete, selbst der Länge nach etwas gekrümmte Form des Blattes hat ihren Grund darin, dass der Spaten zugleich als Schaufel zum bequemeren und weiteren Auswerfen der abgestochenen Geröll- und Halden-Massen dienen soll, weshalb auch die Krücke wegfällt, welche dabei nur hinderlich seyn würde, während einerseits um so weniger eine grose Kraftausübung bei der Führung erfordert wird, als die Masse meist

Digitized by Google

keinen so festen Zusammenhang hat, übrigens die Keilhaue als Hülfsgezäh die Arbeit zu unterstützen pflegt; andererseits der Gebrauch des Spatens bei solchen Arbeiten überhaupt nicht so häufig möglich ist, um jenen kleinen Vortheil nicht entbehren zu können, welcher durch die Kürze des Helmes, die durch die Enge der Räume in denen er oft zu handhaben ist, nöthig gemacht wird und eine andere Behandlung erfordert, ohnehin sehr verringert werden würde.

Im Uebrigen bildet dieser kurz gehelmte Spaten bei Kohlenbergbau meist den unmittelbaren Uebergang in die Schaufel, indem er auch in der Grube lediglich zum Zusammenräumen der gewonnenen Kohlen und zum Einfüllen in die Fördergefäse gebraucht wird.

Eine eigenthümliche Abart des gewöhnlichen Spatens mit Krücke, stellt ferner

3) der sogenannte Bunkerspaten dar, der hin und wieder zum Abstechen der Bedeckung von Dammerde über Turflagern dient. Taf. II. Fig. 3.

Das herzförmige, unten spitz auslaufende starke, eiserne Blatt a, von 9 bis 10 rheinl. Zoll gröster Breite und 11 bis 12 Zoll Höhe, ist bis auf die Hälfte der letzteren gut verstählt. Mit dem im Ganzen etwa 3 Fus rheinl. langen, 2 Zoll starken, oben mit einer 4 Zoll breiten Krücke versehenen Helme b, ist dieses Blatt auf folgende Weise verbunden.

In seinem oberen Theile ist es mit drei im Blatte selbst liegenden Düllen versehen, deren jede nach oben noch durch eine 6 bis 7 Zoll lange, schmale Feder c, c, d, verlängert ist; diese Düllen nehmen die unteren zugespitzten Enden des Helmes und zweier zu dessen beiden Seiten durch Stege e damit verbundener Seitenhölzer auf, die gegen das Helm schräg zusammenlaufen, auf welche sämmtlich die Federn aufgenagelt sind.

Diese Verbindungsweise dient eben sowohl dazu die Festigkeit zu vermehren, deren dieser Spaten, beim Abgraben von oft sehr mit Wurzeln durchwachsenem Boden, wobei ein starkes Wuchten nöthig ist, bedarf, als auch die Fläche des Blattes selbst zu vergrösern und ein

Digitized by Google

ziemlich hohes, abgestochenes Stück auf dasselbe aufzunehmen. (Vergl. J. C. Eiselen, Anleitung zur näheren Kenntniss des Turfwesens, Berlin, 1795. S. 97.) Hierbei möchte

4) auch gleich einer anderen besonderen Verbindung des Blattes mit dem Helme gedacht werden, welche man in Holland, Nord-Deutschland, u. a. L. bei dem sogenannten Aufleger-Spaten anbringt, einem beim Turfstechen zuweilen im Vereine mit einem anderen dem Stecherspaten — Stechmesser — angewendeten Spaten, der zum Abheben der mit letzteren abgestochenen Turfziegel dient, während an anderen und mehreren Orten, diess Geschäft mit einem und demselben Gezähe, einem gewöhnlichen oder einen zweischneidigen Spaten verrichtet wird.

Das länglich viereckige gleich breite, übrigens an sich schmale Blatt a, dieses Spatens, Taf. II. Fig. 4. läuft von unten nach oben stärker zu und spaltet sich endlich der Stärke nach in zwei Theile, deren jeder wieder durch einen Ausschnitt in der Mitte in zwei Flügel b, ausläuft. Der untere Theil des Helmes c, aber geht in einen kurzen schaufelförmigen Ansatz d, von derselben Breite wie das Blatt über, den jener gespaltene Obertheil des Blattes zwischen sich aufnimmt und durch Nägel daran befestigt wird. (Vergl. Eiselen a. a. O. S. 100.)

5) der Stecherspaten, welcher, wie eben erwähnt, zu diesem Auflegerspaten gehört, kann zwar schon durch einen gewöhnlichen Spaten dargestellt werden, bekommt aber für den genannten, beschränkteren Zweck, mehr folgende Einrichtung.

Das Blatt, Taf. II. Fig. 5. a, ist niedrig, seine Breite gleich der Länge der abzustechenden Ziegel, aber nach oben etwas abnehmend; eine Dülle b, mit Hals c befestigt dasselbe an dem 8 bis 10 Fus langen geraden Helme d ohne Krücke, welche Befestigung hier ausreicht, wo kein Wuchten, sondern blos ein senkrechtes Einstechen von oben nach unten beabsichtigt wird, sowie die verschiedene Tiefe, auf welche hinab der Spa-

Digitized by Google

ten arbeiten muss und die derselben entsprechende grösere Länge des Helmes, von einer Krücke seltener Gebrauch zu machen gestatten würde.

Wie schon angedeutet worden, führt man diesen Spaten, ihn mit beiden Händen umfassend, senkrecht von oben nach unten gegen die beräumte, anzugreifende Fläche, sticht in letzterer einzelne Reihen von einer Breite gleich der Länge der Steine ab, und theilt diese wieder rechtwinklich in die einzelnen Ziegel, welche man nachmals mit dem Aufleger abhebt. Anwendbar ist dieser Stecherspaten nur in dichtem, nicht zu sehr mit Wurzeln, am wenigsten starken dergl. durchwachsenem Boden.

Der gute Erfolg des Gebrauches dieses in Gemeinschaft mit dem vorigen, statt eines einzigen gemeinen Spatens, beruht fast lediglich auf Gewohnheit und Uebung des Arbeiters, da übrigens und im Allgemeinen stets die Regel festzuhalten: dass einfachen Arbeiten auch durch wenige und einfache Gezähe zu gnügen ist. Nicht unerwähnt darf ferner bleiben,

C. die sogenannte schlesische Schippe, Taf. II. Fig. 6. A. vordere, B. Seiten-Ansicht, welche in neuerer Zeit in Deutschland, besonders bei Eisenbahnbauen vielfach angewendet und dadurch bekannt geworden ist, indem sie sich für Erdarbeiten sowohl als Spaten, als auch als Schaufel gut gebrauchen lässt.

An einem, wie bei der gewöhnlichen Schaufel etwas rückwärts gebogenen, jedoch kürzeren Helme a, sitzt ein hölzernes Schaufelblatt b, mit jenem gleich aus einem Stücke geschnitten. An dasselbe ist wieder ein eisernes Blatt c gleichsam als Schuh angesetzt, und durch zwei Schienen d an beiden Seiten befestigt, in solches auch überdem noch der untere Rand des Blattes versenkt; auch ist letzteres noch mit einem eisernen Ringe e gebunden. Dieses so zusammengesetzte Blatt hat 12 bis 13 Zoll Gesammtlänge, oben $6\frac{1}{4}$ bis $6\frac{1}{2}$ Zoll, unten $8\frac{1}{4}$ bis $8\frac{1}{2}$ Zoll Breite; es ist ganz flach gewölbt und an das Helm unter einem noch stumpferen Winkel angesetzt, als bei der gewöhnlichen Schaufel.

Einen besonderen Vortheil gewährt dieses Gezäh

Digitized by Google

bei seiner Anwendung als Spaten dadurch, dass die grösere Stärke des Holzblattes ein weit bequemeres Aufsetzen des Fuses gestattet, als bei dem gemeinen Spaten. (Vergl. §. 12. No. 1. S.)

Endlich möge noch 7., der eigenthümlichen Einrichtung und Anwendung derjenigen Spaten gedacht werden, deren man sich bei Roisdorf am Godesberge bei Bonn, zum Graben von Sand (aus der Braunkohlenformation, mit nesterweise inneliegendem Schwefel,) bedient. (Vergl. Schweiggers und Schweigger-Seidels Jahrbuch der Chemie und Physik, Jahrgg. 1827. Neue Reihe. Bd. 19. S. 269.) Das Blatt ist von der Einrichtung eines gewöhnlichen Gartenspatens jedoch unter einem Winkel von 130—140 Grad, an einem 15—30 Fus langen Helme befestigt. Nachdem das Sandlager durch Abräumen seiner Bedeckung blos gelegt worden, bohrt man durch Drehen des Spatens senkrecht 1½ Fus weite Löcher in dasselbe ein, aus denen man dabei mit letzteren zugleich den Sand ausschaufelt.

§. 13. Die zusammengesetzten, mehrschneidigen Spaten.

Diese Spaten finden vorzugsweise, ja ziemlich allein, Anwendung beim Turf-, nächstdem etwa beim Rasen-Stechen; sie bezwecken überhaupt da wo man regelmäsige Stücke zu gewinnen beabsichtigt, mehr als eine Seite mit einem Male abzustechen und dadurch die Arbeit zu vereinfachen.

Die einfachste Darstellung derselben ist die des beim Turfstechen sehr häufig angewendeten zweischneidigen Flügel-Spatens.

Dieser Spaten, auch — Winkelhaken-Stechmesser — genannt, Taf. II. Fig. 7. — A. Aufriss, B. untere Ansicht, — hat das, unten geradlinige, Blatt a eines gewöhnlichen Spatens, an welchem ein zweites Blatt b sitzt, welches nur 5 bis 6 Zoll hoch ist oder selbst nur durch eine niedrige Klinge dargestellt wird.

Dieses zweite Blatt ist — entweder unter einem rechten oder einem stumpfen Winkel von etwa 100 Grad — an das erste angesetzt, welche letztere Stellung das

Abstechen erleichtern soll. Die Breite der Blätter ist entweder so, dass sie die Länge und Breite, oder gewöhnlicher, dass sie die Breite und Dicke, des Ziegels abgeben; erstere stechen den Ziegel flach liegend, letztere aufrechtstehend ab; im ersten Falle sind beim ersten Angriffe einer Schicht, die jedoch schon auf einer Seite freiliegt, zum Umstechen des ersten Ziegels zwei saiger niedergeführte Stiche nöthig, für jeden folgenden nur einer, weil dann schon zwei Seiten frei sind; zum Abheben dieser abgestochenen Ziegel muss aber noch ein letzter Stich söhlig geführt werden; bei der zweiten Art, dem Abstechen der Ziegel in aufgerichteter Stellung aber, bedarf es dieses letzten Stiches nicht, ja sogar kaum eines freien Stoses, indem das senkrecht eingestosene Blatt erst vor und dann rückwärts gedrückt und dadurch der Ziegel in seinem Aufstande von der ganzen Masse gelöst wird, der nun sogleich ausgehoben werden kann. (Vergl. Journal des mines t. I. No. 6. p. 55. — Encyclopédie méthodique, Paris 1791, t. VIII. art. tourbe p. 209. explicat. des planches.)

Die blos messerförmige, an das Hauptblatt winkelrecht angefügte Schneide aber steht zuweilen auch mit ihrem unteren Rande um die Dicke des Ziegels über dem Rande des Hauptblattes, welches dann zum Abstechen des Ziegels in liegender Stellung ganz wie ein gewöhnlicher Spaten angewendet wird, aber nach einmal eingeleiteten Abstechen von einem freien Stose her, nur je einen Stich nöthig macht, indem beim nachmaligen söhligen Abheben das Winkelmesser, aufrecht stehend, die zweite Seite des Umfanges gleich abschneidet; (Vergl. Eiselen a. a. O. S. 102.) bei sehr wurzelreichem Turfe möchte aber immer die erstere Einrichtung, zum Abstechen der zweiten Seite gleich von oben, besseren Erfolg gewähren.

An diesen zweischneidigen Flügel-Spaten schliesen sich noch einige andere noch weiter zusammengesetzte an, wesentlich bestimmt und geeignet Turf unter einer seichteren oder tieferen Wasserbedeckung zu stehen. Denn obgleich auch schon die beschiebenen, einfachen

Digitized by Google

und noch mehr die Flügel-Spaten ebenfalls unter diesen Umständen angewendet werden, so ist doch ihr Gebrauch bei einigermasen gröserer Wassertiefe zu schwierig und unsicher.

Mit diesen zusammengesetzten Spaten scheint man vorzugsweise in den grosen Turfstichen des nordwestlichen und nördlichen Frankreichs, z. B. im Depart. de la Somme, de la Seine et Oise u. s. f. vielfache Versuche gemacht und dieselben theilweis auch dauernd in Anwendung gebracht zu haben.

Zu den bewährtesten derselben gehört der Taf. II. Fig. 8. — A. vordere, B. Seiten- C. untere Ansicht — dargestellte. Er unterscheidet sich von dem gewöhnlichen kleinen Flügelspaten vornehmlich dadurch, dass er oberhalb des Blattes, auf der dritten, dem Flügel gegenüberstehenden Seite aber bis zu dem untersten Rande hinab, mit einer Art eisernem offenen Gestell-Rahmen versehen ist, der etwa bis auf 3½ Fus Höhe vom unteren Ende des Hauptblattes an gerechnet, über dasselbe hinaufreicht, und dazu dient, das durch den Spaten, sowie theilweis den Rahmen selbst ausgeschnittene Turfstück zwischen sich aufzunehmen und zu erhalten.

Das Hauptblatt a hat, wie das am kleinen Spaten, reichlich 4 Zoll Breite und 14 Zoll Höhe; der an der einen Seite im rechten Winkel angesetzte Flügel b ist eben so breit, aber niedriger. Das Blatt a ist an einer bis 21 Fus langen Stange c befestigt, jedoch nicht ganz in einer und derselben Richtung, sondern etwas wenig vorwärts geneigt und daher einen sehr stumpfen Winkel mit derselben bildend, welche Stellung den Gebrauch des Spatens, besonders das Eindringen des Turfstückes in den Gestell-Rahmen, erleichtern soll.

Dieser mehrgenannte eiserne Rahmen besteht aus zwei etwa 3½ Fus langen Schienen d, welche in der Entfernung des vorderen Randes des Flügels b, vom Hauptblatte an, parallel dem Stiele, aufsteigen, die eine an dem Flügel b befestigt, die andere an einem Querbande e, welches letzterem gegenüber von dem Hauptblatte ausläuft, und gleichsam die dritte Seite des Spatens bildet; drei andere in verschie-

Digitized by Google

denen Höhen darüber liegende, im rechten Winkel umgebogene Bänder f,f,f, verbinden in der übrigen Höhe die Schienen mit der Stange und vollenden das Gestelle, welches sonach auf der vierten vorderen Seite ganz offen ist.

Dieses Gezäh wird ganz wie der gewöhnliche kleine Flügelspaten gehandhabt, nämlich senkrecht eingestosen und sodann das dadurch in aufrechter Stellung abgestochene Stück durch Rückwärtsbiegen des Helmes vom Grunde getrennt und beim Ausheben in dem Rahmen erhalten.

Ein Mann sticht damit unter 14 bis 17 Fus Wassertiefe mit einem Male ein Parallelopiped von 2 bis 4 Turfziegel-Höhen ab, jedoch gehört eine besondere Geschicklichkeit dazu, bei gröserer Mächtigkeit des Turflagers in solcher Tiefe den Spaten 3 bis 4 Mal nach einander in ein und dasselbe Loch zu führen. (Vergl. Bulletin de la société d'encouragement 5ème année (1806.) No. XXXVI. p. 329. — Journal des mines t. XXXII. p. 260.) Uebrigens ist man an die geringeren Masverhältnisse dieses Spatens nicht gebunden, sondern richtet ihn auch auf die Gewinnung gröserer — bis 7 Fus langer — Stücke ein, welche nachmals weiter zertheilt werden. (Vergl. Journ. d. m. t. XXVI. p. 123.)

Noch zusammengesetzter ist ein anderer Turfspaten (von St. Jullien,) aus vier Schneiden bestehend, davon die eine verschiebbar ist, dessen man sich ebenfalls wenigstens versuchsweise in Frankreich bedient hat.

Dieser Spaten, Taf. II. Fig. 9 — A hintere, B Seiten-Ansicht, — besteht ebenfalls aus einem 8 bis 9¼ Zoll breiten, 5 bis 5½ Zoll hohen Hauptblatte a und zwei am Besten rechtwinklich, damit verbundenen c.ª 4½ Zoll breiten Seitenblättern b,b; letztere sind auf der dem Hauptblatte abgewendeten Seite nach einem Kreisbogen rund abgeschnitten, so dass sie Kreisausschnitte bilden.*)

*) In der Originalzeichnung (S. Bulletin de la société d'encouragement, 10ème année (1811.) No. LXXXVIII. p. 272. und Journal des mines t. XXXII. p. 261 — 266) sind zwar die Seitenblätter gegen das Hauptblatt hin gewölbt zusammenlaufend, dieses selbst dazu schmä-

Das Hauptblatt a ist durch eine Schiene an einer langen Stange c befestigt, auch über allen drei Blättern ebenfalls ein offener eiserner Rahmen von etwa 21 Zoll Höhe angebracht, bestehend aus zwei Längenschienen d,d, die der Stange parallel von den hinteren Ecken der Seitenblätter aufsteigen und in ähnlicher Weise, wie bei dem vorigen Spaten, oberwärts durch zwei in rechten Winkeln gebrochene Querbänder e,e, mit der Stange verbunden sind, welche selbst endlich wieder durch zwei Längenschienen f,f, unter einander, so wie mit dem Hauptblatte im Zusammenhange stehen. Zu noch mehrerer Befestigung sind beide Längenschienen am oberen Ende blos unter sich durch ein Querband g und etwas tiefer durch einen Steg h, verbunden, — indem die Querbänder e ebenfalls nur 3 Seiten des Gestelles einnehmen, — von welchem letzteren und von dem obersten Winkelbande e vier Stangen i nach dem Helme des Spatens zusammenlaufen, sich hier in einen Ring k vereinigen und dadurch eine weitere gegenseitige Befestigung und Unterstützung herstellen.

Die hintere, noch offene, Seite des durch die drei Blätter des Spatens abgegrenzten Raumes, — in dem bei dieser Construction das Hauptblatt als die vordere Seite betrachtet werden muss, — wird, wie schon früher erwähnt wurde, gleichzeitig mit der unteren Oeffnung durch ein gegliedertes Messer geschlossen, welches aus fünf

ler, als die gegenüberliegende vierte Seite, verzeichnet; es ist jedoch hiervon kein Grund noch minder ein Vortheil abzusehen, vielmehr bekommt dadurch das abzuschneidende Stück unnöthiger Weise einen ungleichseitigen Querschnitt, der durch dessen nachfolgende, weitere Theilung noch unregelmäsiger wird; das alsbald näher zu beschreibende, verschiebbare Messer aber kann dabei keineswegs bis an das Hauptblatt hinabgeschoben werden, so dass die umstochene Turfmasse zum Theil unten unabgeschnitten bleibt. Sollte aber durch diese Einrichtung nur das erste Einstosen des Spatens erleichtert werden, so dürfte man wohl nur das Hauptblatt an den beiden Ecken abrunden und um soviel unterhalb der sich anschliesenden Seitenblätter verlängern. Von diesem Zusammenziehen des Querschnittes gegen das Hauptblatt hin, ist daher besser ganz abzusehen und die zweckmäsigere rechtwinkliche Stellung der Seitenblätter anzunehmen.

Digitized by Google

durch Gelenke verbundenen Schienen l gebildet ist, deren untere eine geschärfte Klinge darstellt.

Dieses gegliederte Messer ist in einem Falze auf und nieder verschiebbar, welcher unten an den Seitenblättern b, weiter hinauf an den Längenschienen d angebracht ist und in welchem ersteres durch die Ohren m erhalten wird.

Dieses Messer dient um das durch den Spaten auf drei Seiten abgestochene Stück auch auf der vierten und unten abzuschneiden, in welcher Absicht es in den gekrümmten Falzen der Seitenblätter hinab und bis an das Hauptblatt angeschoben wird; ist aber das Hauptblatt a, wie auf der dem Originale folgenden Zeichnung, von geringerer Breite, als die hintere Seite und das Messer, so kann dasselbe natürlich, wie schon oben erwähnt, nicht völlig sondern nur soweit hinabgeschoben werden, als die beiden Seitenblätter in dem Abstande der hinteren Breite und des Messers, parallel stehen.

Das gegliederte Messer ist an einer eisernen Schiene n und diese wieder an einer schwächeren Stange o befestigt, welche schon in der Höhe des Ringes k durch ein mit selbigem verbundenes Oehr p eine Leitung erhält, höher hinauf aber noch in bestimmten Zwischenräumen durch Ringe q geführt ist, die an von dem Haupthelme c ausgehenden Stegen sitzen.

Mittelst dieser Verbindung wird das Messer auf und nieder in Bewegung gesetzt.

Endlich ist aber an dem Hauptblatte a, in der Mitte von dessen Breite, gegen dessen unteren Rand hin in einer auf ersterem rechtwinklichen Ebene, ein gekrümmtes Messer r befestigt, welches den Zweck hat, gleich während des Stechens das in den Spaten aufgenommene Stück der Stärke oder Breite nach in zwei Theile zu theilen, die nach dem Ausheben durch nochmalige Theilung vier dergl. geben, welche sonach mit einem Stiche gewonnen werden. — Das Verfahren bei der Anwendung dieses Spatens ist folgendes:

Digitized by Google

Der Arbeiter befestigt das Fahrzeug, von welchem aus die Gewinnung bewirkt wird, fasst den Spaten am Hauptthelme c mit beiden Händen, stemmt ihn in einer wenig vorwärts geneigten Stellung gegen den anzugreifenden Grund und drückt ihn in den Turf ein; hierauf stemmt er sich gegen das Helm des Messers, drückt letzteres nieder und schneidet so das gefasste Turfstück vollends aus, welches er nun gleichzeitig mit dem Spaten heraushebt und durch Aufziehen des Messers in zwei Stücken herausfallen lässt, die man durch einen Stich mit einem gewöhnlichen Spaten weiter trennt. Bei einiger Uebung kann er den Spaten in einer Minute mehrere Male einsenken und füllen.

Angestellten Versuchen zufolge (Vergl. Bulletin de la société d'encouragement année 9ième (1810.) No. LXXIV. pag. 202 und Journal des mines t. XXXII. p. 263) ist mit diesem Spaten höchstens eben so viel zu leisten möglich, als mit dem vorigen, jedoch kann man mit ihm den Turf unter einer tieferen Wasserbedeckung hervor in regelmäsigen Stücken gewinnen, wodurch überhaupt alle derartigen Spaten einen Vortheil vor den obenbeschriebenen Schlamm-Schaufeln und Netzen gewähren, die nur Streichturf liefern und auch dabei nur eine unvollkommene, unreine Gewinnung gestatten.*)

§. 14. Auser diesen beschriebenen der Wegfüllarbeit eigenthümlichen Gezähen, können nun noch einige andere als Hülfsgezähe bei derselben in Anwendung kommen, welche nur anderen Gewinnungsarbeiten in dem Falle entlehnt werden, dass der Zusammenhang der Masse zu gros ist, um durch erstere allein überwältigt

---

*) Die Einrichtung eines anderen unter verschiedenen vorgeschlagenen Turfspaten, welche im Bulletin de la soc. d'encourag. annee 5ème (1806) No. XXXII. p. 180. beschrieben ist, macht sich durch eine, unten an einem Hebelarme befestigte zweizinkige Klaue bemerklich, welche ihren Drehpunkt an dem Helme eines, übrigens einfachen oder auch Flügel-Spatens (nur mit schwalbenschwanzförmiger Schneide versehen,) hat, und welche Klaue dient, das abgestochene Stück festzuhalten und herauszuziehen.

werden zu können, oder dass andere besondere Umstände die gewöhnlichen Gezähe nicht hinreichen lassen.

Die Benutzung solcher bildet den Uebergang der Wegfüllarbeit in jene anderen Gewinnungsarbeiten. — Derartige Hülfsgezähe sind vornehmlich die Keilhaue, die Breithaue und der Schrämspies; an sie schliesen sich dann, wie schon oben erwähnt wurde, die mehr und minder nothwendigen, der Förderung entlehnten Geräthe und Gefäse an.

§. 15. Endlich ist aber auch noch der Maschinen und mechanischen Hülfsmittel wenigstens in der Kürze zu gedenken, durch welche man auf verschiedenem Wege versucht hat, jene Gezähe zu ersetzen, die durch dieselben verrichtete Arbeit in gröserem Masstabe, schneller und wohlfeiler zu bewerkstelligen.

So weit die Gewinnungsarbeiten überhaupt Gelegenheit darbieten dergleichen mechanische Hülfsmittel, und zwar mit der Aussicht auf guten Erfolg, anwenden zu können, so möchte dies allerdings noch am ersten der Fall bei der Wegfüllarbeit seyn, welche die verhältnissmäsig geringsten Widerstände zu überwinden, es theilweis mit ganz weichen, ja, schlammigen Massen zu thun hat, ihren Wirkungskreis vorzugsweise über Tage in meist ziemlich unbeschränktem Raume findet; dahingegen wird sich zu derartiger Anwendung weit weniger Gelegenheit bei den folgenden Classen der Gewinnungsarbeiten darbieten und wo sie ja versucht wird, ein weit geringerer Erfolg davon zu erwarten seyn, welche Arbeiten auf feste, ja die festesten Massen gerichtet, fast durchgängig in engen beschränkten Räumen, unter den wenigst begünstigenden Verhältnissen auszuüben sind, aus beiden Ursachen nicht allein meist nur die Trennung kleiner Stücke mit einem Male zum Gegenstande ihres Angriffes machen können, sondern auch die Richtung des letzteren selbst fortwährend verändern müssen, wenn sie einen der aufgewendeten Kraft wirklich entsprechenden Erfolg haben sollen.

Diese Bemerkung schien gleich hier einzuschalten nöthig, um überhaupt den allgemeinen Gesichtspunkt zu

Digitized by Google

bezeichnen, von welchem aus die bei einigen der zu betrachtenden Gewinnungsarbeiten zu verschiedenen Zeiten versuchten Maschinen beurtheilt werden müssen, von welchen man sich häufig, sehr mit Unrecht grose Vortheile versprach und theilweis, den von Zeit zu Zeit sich erneuernden Beispielen nach, noch verspricht.

Aus diesen Ursachen würde es jedoch auch zu weit und über die Grenzen des Zweckes der gegenwärtigen Schrift hinausführen, von Maschinen dieser Art, welche meist besonderen, den bergmännischen Gewinnungsarbeiten ganz fremden Bestimmungen entlehnt, aus den für solche eingerichteten wenigstens abgeleitet sind, mehr als nur die nöthigsten allgemeinen Umrisse und dadurch deren Character und Eigenthümlichkeit zu bezeichnen, hinsichtlich genauerer Kenntnissnahme aber auf darüber in anderen Schriften mitgetheilte ausführlichere Aufsätze und Darstellungen zu verweisen.

Diese Maschinen sind entweder solche, welche nur ein Aufreissen des Grundes, ein Trennen der Masse bewirken, hingegen das Aufnehmen und Wegfördern des Losgemachten anderen nachfolgenden Arbeiten überlassen; oder beide Zwecke zusammen erfüllen.

Der Construction nach, sind sie entweder pflugähnliche, oder Verbindungen von sich auf und nieder oder im Kreise herum bewegenden Hacken oder Messern, oder endlich spatenartig wirkende und nach Art der Rammklötze, eingestosene oder eingedrückte tVorrichtungen, jene mit Fördergeräthen verbunden, letztere die Förderung unmittelbar mit bewirkend.

Es mögen hier zuerst die pflugartigen Constructionen angegeben werden, blos trennende, wie am gewöhnlichsten oder auch zugleich wegfördernde.

Unter ihnen ist als zu den bekanntesten und unter den angemessenen Verhältnissen auch bewährtesten gehörig, zuerst: der von Bruckmann'sche Grabenpflug zu nennen. (Vergl. Verhandlungen des Königl. Preuss. Gewerbevereins. Jahrgg. 5. (1826.) S. 194. u. s. f.)

Er wurde behufs der Anlage eines Canales zu Frie-

Digitized by Google

drichshall am Neckar in Würtemberg, im Jahre 1819 erfunden, obschon ein Versuch damit bei Auswerfung eines Mühlgrabens bereits im Jahre 1815 angestellt und dadurch die Ueberzeugung erlangt worden war, dass ein derartiger Pflug, bei hinreichender Stärke um einem noch nie umgegrabenen Boden Widerstand zu leisten, beträchtliche Vortheile vor dem gewöhnlichen Aufhauen und Graben gewähre; was sich auch durch seitdem erfolgte weitere Verbreitung dieses Pfluges in andere Länder bestätigt zu haben scheint.

Im Laufe der angestellten Versuche wurde derselbe, verschiedenen Boden-Verhältnissen entsprechend, in drei verschiedenen Abänderungen construirt. Alle drei beruhen in der Haupteinrichtung auf der eines gewöhnlichen Pfluges, mit einem auf zwei Rädern ruhenden Vordergestelle, nur in zweckdienlicher Weise verstärkt und in den Masverhältnissen vergrösert. Bei dem ersten derselben war der vordere Theil des, das Schar darstellenden Pflughauptes nach der Gestalt des Rüssels wühlender Thiere (Eber, Dachs u. s. f.) geformt. Dieser Theil läuft daher nach vorn in eine langgezogene dreikantige Spitze aus, davon eine Seite mit zwei Kanten flach auf der Sohle aufliegt, jedoch nach vorn etwas niederwärts gerichtet, während die dritte, in der oberen Ansicht in der Mitte zwischen beiden liegend, rückwärts aufsteigt.

Diese drei Kanten sind durch Eisenbeschläge zu Schneiden gestaltet. Vor und theilweis über der Spitze steht ein nach gewöhnlicher Weise geformtes und schräg vorwärts gestelltes Sech oder Pflugmesser, oben in dem auf dem Vordergestelle ruhenden starken Grindelbaume befestigt. —

Die Verbindung des Pflughauptes mit dem Grindel wird durch eine starke Grindelsäule, und hinten durch den Pflugsterz bewirkt, welche unten sich zu einem massiven Ganzen vereinigen, oben, wie gewöhnlich in zwei Arme auslaufen, auf denen jedoch, zu kräftigerer Regierung hier eine querüber liegende Druckstange befestigt ist.

Digitized by Google

In unverritzter Dammerde und Lehm entsprach dieser Pflug den Erwartungen nicht, weil die Kanten nicht schneidend genug waren, das ganze Pflughaupt wegen seines gröseren Querschnittes beim Durchgange mehr Widerstand erlitt; ungeeignet zeigte er sich auch in steinigem (wenn schon nur mit Geschieben, gemengten,) Boden; sehr brauchbar hingegen in Kies und klarem Gerölle.

Der zweite Pflug nähert sich noch mehr dem Baue eines gewöhnlichen, in sofern das Pflughaupt mit der Unterfläche ganz söhlig liegend, niedriger, vorn aber mit einem wirklichen, nach der einen, rechten Seite breit herausspringenden Schar, hinter diesem mit einem langen Streichbrete versehen ist. Das Schar hat nämlich im Grundrisse im Ganzen die gewöhnliche Gestalt eines Triangels davon jedoch der eine geradlinige Schenkel ziemlich in der Axenlinie des Grindels liegt, der andere bogenförmige Schenkel breit zur Seite hinausragt. Das Sech zeigt wenigstens in der Zeichnung a. a. O. keine wesentliche Verschiedenheit von dem vorigen; der bis unten gabelförmig getheilte Pflugsterz trägt keine Druckstange.

Dieser Pflug zeigte sich in gewöhnlicher Dammerde und Lehmboden sehr brauchbar, weniger aber in Kies und Steingerölle, in denen Sech und Schar oft brachen. —

Der dritte Pflug, bestimmt um den ersten an Böschungen zu ersetzen, wo derselbe nicht rein genug arbeitete und eine Nachhülfe nöthig machte, unterscheidet sich von dem zweiten wesentlich nur dadurch, dass das Pflugschar im Grundrisse einen gleichschenklichen Triangel, jedoch mit sphärischen Schenkeln, darstellt, dessen Mittellinie in die Axe des Grindelbaumes fällt; (indess ist weder aus der Zeichnung, noch aus dem aller Beschreibung entbehrenden Texte, des angeführten Aufsatzes zu ersehen, worin eigentlich dieser Pflug, von dem zweiten wenig unterschieden, in kiesigen Boden den ersten zu ersetzen, noch auch warum er besser an Böschungen zu arbeiten vermochte.)

Da dieser letztere Pflug auf den schiefen Flächen nicht durch Pferde gezogen werden konnte, so geschah diess durch Menschen. — Von der Leistung mit diesen Pflügen wird später zu sprechen seyn; ein besonderer

Digitized by Google

Vortheil wurde aber noch darin gefunden, dass, wenn damit eine Schicht bei trocknem Wetter aufgepflügt wird und die aufgerissene Masse nur einen Tag der Sonnenhitze ausgesetzt bleibt, der Transport sowohl durch das dadurch verminderte Gewicht, als auch dadurch erleichtert wird, dass das Material nicht mehr so sehr an den Gefäsen hängen bleibt.

Weit einfacher ist ein, — in den Abhandlungen der königl. schwedischen Academie der Wissenschaften, übersetzt von A. Kästner, Bd. XIV. Hamburg und Leipzig 1755. S. 232. — beschriebener Turfpflug.

Er wurde von dem schwedischen Hauptmanne Rosenberg im Jahre 1750 erfunden, um — zu der in Schweden häufig gebräuchlichen Deckung eines Daches — Turf zu graben, welcher unter einer durch anhaltende Hitze zusammengebackenen Thondecke lag, für welche alle versuchten Schneidewerkzeuge nicht ausreichten.

Die Einrichtung dieses Pfluges ist mehr die eines bei der Landwirthschaft gebräuchlichen, sogenannten Hakens. Ein knieförmiges Stück Holz ersetzt mit seinem kürzeren über dem Boden und demselben parallel liegenden Schenkel den Grindel, während der längere, nach hinten aufgerichtete den Sterz bildet.

Der vordere Theil des söhligen Schenkels ruht mittelst zweier Säulen — Träger — auf einer unten mit Eisen beschlagenen Kufe, diese ihrerseits wieder auf dem Boden; durch Höher- oder Tiefer-Stecken von Pflökken, durch welche diese Säulen in dem Grindel befestigt werden, wird die Höhe bestimmt in der letzteren über der Sohle hingeht, somit zugleich die Tiefe, bis auf welche das Pflugschar eingreift.

In dem erwähnten Knie des Hauptsatzes ist ein zu beiden Seiten gleichweit heraussteheuder Quersteg befestigt, in dessen beiden Enden eiserne ebenfalls hindurch gesteckte Träger sitzen, die unten rückwärts schuhförmig umgebogen auf der Sohle aufruhen und zusammen mit der Kufe die drei Auflagerungspunkte des Pfluges bilden. Auch sie können höher oder tiefer gestellt wer-

den, um dadurch die Dicke des auszuschneidenden Turfes zu regeln.

Das Pflugschar endlich wird durch eine breite Klinge gebildet, welche bügelförmig gestaltet quer unter dem Quer-Stege liegt, und mit zwei an beiden Seiten aufsteigenden Armen in demselben, innerhalb der Träger befestigt ist, mit dem unteren in ganz flachem Bogen gekrümmten Theile, — der eigentlichen Klinge — unter der Oberfläche des Bodens in der durch die Höhe der Träger bestimmten Tiefe hingleitet und einen Streifen von der durch den Abstand beider Arme von einander bestimmten Breite abschneidet. —

Eine andere höchst einfache Vorrichtung, welche dem Pfluge ähnlich wirkt, jedoch auch schon die getrennte Masse aufnimmt und mit wegfördert, ist die schon seit längerer Zeit in Frankreich bekannte *Vavale* — vielleicht nicht unpassend mit Pferdeschaufel zu bezeichnen, — welche übrigens ursprünglich aus den Vereinigten Staaten von Nord-Amerika herstammen soll. (S. Bulletin de la société d'encouragement. 17ème année (1818.) No. CLXXII. p. 318.)

Es ist dies ein viereckiger oben offener Kasten mit drei geraden Seitenwänden, während die vierte, vordere fehlt. An den vorderen Rand des Bodens ist eine scharfe Schneide — mit demselben in einer Ebene liegend, angesetzt. — Vom hinteren Ende des Bodens steigt ein Sterz auf, durch welchen die Vorrichtung regirt, die Schneide mehr oder weniger tief eingedrückt wird, während an beiden Seiten des Kastens die Zugstränge für das anzuspannende Pferd angehängt sind. — Wird diese Vorrichtung mit dem Boden auf der Erd-Oberfläche hingezogen, so schneidet sie natürlich alle über letztere aufsteigende Erhöhungen ab, eben so greift sie in die Oberfläche ein, wenn man den Boden mittelst des Sterzes schräg abwärts richtet; die abgeschnittene Masse drängt sich von selbst in den vorwärts gleitenden Kasten. Stellt man ferner die Seitenwände noch etwas nach unten vorspringend und geschärft dar, rückt gleichzeitig die söhlige Klinge etwas zurück, so dass jene vorausgehen, so

Digitized by Google

schneiden diese den Streifen auf beiden Seiten der Breite nach ab, den die nachfolgende Klinge der Höhe nach abhebt.

Diese Vorrichtung eignet sich sonach vorzugsweise zum Wegschaffen vorspringender Unebenheiten, besonders in Dammerde und überhaupt in mehr gleichartigem Boden ohne Steingerölle, jedoch, wie oben bemerkt auch zum Ausgraben in dergl. Boden von ebener Oberfläche. —

Von gleichem Zwecke aber weit gekünstelter ist der Palissard'sche und der Palmer'sche sogenannte: selbst ladende Karrn. (S. Polytechnisches Centralblatt Jahrgg. 1836. No. 39. S. 613. u. s. f.). Da ersterer lediglich das Einfüllen von schon gegrabener Masse bewirkt, so ist von ihm hier gar nicht zu sprechen, aber auch von dem anderen ist, seiner ganz geringen practischen Anwendung halber, nur ein ganz allgemeiner Umriss zu geben nöthig.

Derselbe besteht aus einem viereckigen Kasten von zwei Rädern getragen, deren Axe etwas über seinem Schwerpunkte durch ihn hindurch geht. Der Kasten sammt den Rädern ist unterhalb der Axe von einem horizontalen Rahmen aus zwei Seitenbäumen und zwei Querriegeln umgeben, an dessen beiden ersteren, also ausserhalb der Räder, zwei starke eiserne Pflugschare sitzen, die unten breite und scharfe vorwärts gerichtete Schuhe, bilden — die eigentlichen Schare — mit denen sie bei der Fortbewegung des Karrns die Erde aufreisen.

Von diesen Scharen steigen nach hinten zwei breite, noch an denselben Bäumen sitzende, nach aussen mit lothrechten Schutzwänden versehene Schienen bogenförmig auf, die ihrerseits mit ihrer Krümmung sich an die äussere Peripherie der Räder, welche sie umfassen, innen an den Kasten anschliesen; auf ihnen wird die aufgerissene Masse durch den Fortgang des Karrn aufwärts auf die Speichen der Räder gedrängt, welche breite, nach der Axe aber schmäler zulaufende Scheidewände und mit dem breiten Radreifen zusammen Fächer bilden, die aussen, wenigstens im unteren Theile durch die Aussenwände jener muschelartigen Leitungen, innen durch die sich genau anlegenden Seitenwände des Kastens, ge-

Digitized by Google

schlossen sind. Durch die Umdrehung der Räder wird die in diese Fächer gefallene Erde aufgehoben und gleitet endlich, gegen die Axe herum zur Seite in den Kasten.

Das Entleeren derselben erfolgt durch den Boden der sich in zwei Klappen öffnet.

Berücksichtigt man neben der, der Ueberwindung eines namhaften Widerstandes keineswegs entsprechenden, ziemlich künstlichen Zusammensetzung, noch den Umstand: dass die beiden Pflugschare nur zu beiden Seiten des Wagens zwei ganz abgesonderte Furchen auswerfen, so ist ein merklicher Vorzug vor der vorgenannten Pferdeschaufel, welcher zudem durch geringe Abänderungen eine noch weiter ausgedehnte Brauchbarkeit und Vollkommenheit gegeben werden könnte, keineswegs abzusehen und der erhobene Zweifel an practischer Anwendbarkeit wohl hinreichend gerechtfertigt. —

Die Einrichtung derjenigen Classe von Maschinen, bei welchen das Graben durch eine Anzahl von sich drehenden oder auf und nieder bewegten Hacken oder Messern bewirkt wird, (von welchen Maschinen in neuerer Zeit mehrere in Vorschlag gekommen sind,) wird am übersichtlichsten durch die Palmer'sche Grabemaschine darzulegen seyn.

Bei dieser (Vergl. Dinglers polytechnisches Journal. Bd. 41. Septemberheft 1831 (aus dem Repertoir of patent-inventions etc. No. 76. July 1831, p. 9.) S. 412.) wird von einer Dampf- oder sonstigen Umtriebs-Maschine ein horizontaler Baum, in welchem Hacken oder Messer befestigt sind, abwechselnd aufgehoben und nieder in den Boden gedrückt und so derselbe, so breit als der Baum ist, aufgehauen; gleichzeitig wird durch dieselbe Maschine eine Reihe von breiten Kratzen, die in einem zweiten, quer hinter dem ersten liegenden Baume befestigt ist, abwechselnd aufgehoben, nieder und endlich rückwärts bewegt, welche dadurch das durch die Hauen gelöste Haufwerk zurückscharren. Dieses wird durch Behälter die an einer Kette ohne Ende hängen, weggefördert.

Hinter den Kratzen liegt nämlich eine Welle, über welche jene Kette ohne Ende hinweg und nach vorn

abwärts bis auf die Sohle der Ausgrabung, daselbst über eine zweite Leitrolle läuft; hier fassen die Behälter die rückwärts gescharrte Erde auf, und steigen damit auf einer geneigten Ebene nach hinten in die Höhe, woselbst sie beim Uebergange über die erstere Welle ausschütten und eben unter jener Ebene leer wieder hinabgehen.

Endlich muss aber auch diese ganze Maschine in demselben Maasse fortbewegt werden, als die Hauen den vor ihnen liegenden Stos abarbeiten. Sie ruht dazu, nebst der die ganze Bewegung erzeugenden Umtriebsmaschine auf einer Art Wagen mit Rädern und durch diesen auf einer einstweilen zu beiden Seiten des gebildeten Einschnittes gelegten Eisenbahn; durch eine Triebkette wird die eine Axe des Wagens, somit dieser selbst, während des jedesmaligen Aufhebens der Hauen fortbewegt, während des Niederfallens aber durch Hemmung einer Trieb-Kettenscheibe, aufgehalten.

Der erste Angriff muss durch Handarbeit bewirkt werden, um nur erst einen Angriffsstos zu gewähren. —

Die Grabemaschinen von Newton (Vergl. Dinglers polytechnisches Journal. Bd. 76. Juni 1840. S. 410. aus dem London. Journal of arts. April 1840, p. 57.) und die von Gervais (Leuchs polytechn. und Handels-Zeitung 1840. S. 75.) unterscheiden sich von ersterer im Wesentlichen nur dadurch, dass die Hauen radial an mehreren neben einander stehenden Spindeln sitzen, welche in einem Gestelle unter einem Winkel von 25 bis 30 Grad mit einer Verticalen, gegen den anzugreifenden Stos geneigt liegen und ebenfalls durch eine Maschine bewegt werden; die durch ihre Umdrehung ausgegrabene Masse fällt auf eine hinter ihnen liegende trogartige Platte, von welcher sie ebenfalls durch eine Eimerkette ohne Ende rückwärts aufgefördert wird.

Die Auflagerung der ganzen Maschine auf einem Wagen und durch diesen auf einer interimistischen Eisenbahn ist wie bei der Palmer'schen. *)

*) Eine neuere amerikanische Maschine zum Ausgraben der Erde, welche in Dinglers polyt. Journal. Jgg. 1843. Bd. 88. S. 423. und

Alle diese Maschinen sind zu sehr zusammengesetzt, als dass sie eine andere, als eine nur sehr beschränkte Anwendung, unter besonders geeigneten Umständen, mit Vortheil gestatteten, daher ihrer nur der Vollständigkeit halber zu erwähnen war.

An sie schliest sich endlich die zahlreiche Classe der mechanischen Vorrichtungen zur Turfgewinnung, welche theils nur vorgeschlagen, theils wirklich in dauernden Gebrauch genommen worden sind.

Im Wesentlichen läuft die Einrichtung sämmtlicher dahinaus: dass der ausübende Haupttheil aus einem vierseitigen Spaten (Vergl. oben §. 13. S. 83.) oder dergleichen Kasten, von Blech oder von Holz mit Eisen beschlagen und unten geschärft besteht, welcher durch Leitungen geführt, mittelst einer gezahnten Stange und dergl. Getriebe, oder eines über Rollen geführten Seiles ohne Ende, in die Turfmasse eingedrückt oder mittelst eines auffallenden Rammklotzes eingetrieben, worauf die dadurch ringsum abgeschnittene Masse auch in der Unterfläche, entweder durch Klingen getrennt wird, welche sich, an den vier Seiten in Scharnieren beweglich, beim Eindringen in die Masse aufklappen, beim Anheben aber wieder niederschlagen, in das abgeschnittene Stück einsetzen und dieses nicht wieder herausgleiten, sondern beim weiteren Anheben auch von der Grundfläche abreissen lassen; oder durch Messer die entweder als gegliederte in bogenförmigen Falzen hinabgleiten, oder (Vergl. §. 13. S. 84.) gleichfalls in Falzen, aber söhlig, im unteren Rande des Kastens vorüber geführt und die ebenfalls durch gezahnte Stangen oder durch Seile oder durch Federn bewegt werden.

Das ausgehobene Stück wird, nach erfolgter Erhebung, bis auf eine gehörige Höhe und bewirktem Zurückziehen der Klingen und Messer, ausgestürzt und weiter zertheilt, so dass die, durch ein einmaliges Einsenken gewonnene Masse 10 bis 32 Turfstücke giebt.

Bd. 89. S. 77. abgebildet und beschrieben ist, soll, durch eine Dampfmaschine von 40 Pferdekräften betrieben, die Arbeit von 200 Menschen 20 Mal so schnell, also soviel, als 2000 Menschen leisten!

Digitized by Google

Die ganze, durch Kurbeln und Vorgelegeräder bewegte Vorrichtung ist sammt dem zugehörigen nach Art der Rammen eingerichteten Gerüste mit Laufruthen u. s. f. mit Rädern auf einer Schienenbahn aufgestellt, auf der sie beliebig weiter gerückt werden kann.

Zu solchen Maschinen gehört auch die, in den Moorgründen der Somme bei Amiens in Frankreich längere Zeit in Gebrauch gewesene, (vergl. Encyclopédie méthodique t. VIII. p. 210. machine à tourber, auch in den Recherches sur la houille d'engrais, les houillères, les marais et leurs tourbes, p. M. de Laillevault, Paris 1783, beschrieben, welche aber später wieder in Vergessenheit gekommen seyn soll; ferner die im Recueil des machines, appareils et instrumens, par le Blanc. part. II. livr. V. pl. 30.) als zugleich zum Ausgraben von Canälen in Sand und Dammerde geeignet und benutzt, angegebene; unter den vorgeschlagenen sind ferner die im Bulletin de la société d'encouragement, année 12ème (1813.) No. CXIV. p. 274. 276. 277. bezeichneten zu nennen. Endlich möchten sich aber auch, insbesondere zur Gewinnung mehr schlammiger Massen im Grosen, mehrere der sehr verschiedenartigen Baggermaschinen und Modermühlen eignen, welche zum Reinigen des Grundes in Flüssen und Häfen, von Sand, Schlamm und dergl. dienen.

Ihrem Character nach sind ziemlich alle entweder Schaufeln und schaufelartige Vorrichtungen, welche abwechselnd in den Grund geführt und wieder herausgehoben werden, oder Räder mit an der Peripherie befestigten Schaufeln, Eimern und dergl. oder endlich Ketten ohne Ende, welche mit den daranhängenden Gefäsen auf der einen Seite gegen den Grund hinablaufen, die dadurch in die Eimer geraffte Masse auf der andern Seite in die Höhe heben und in Fahrzeuge ausschütten.

Hinsichtlich ihrer wird es jedoch für den Zweck und Bereich dieser Schrift noch mehr hinreichen, auf

die Schriften über Wasserbaukunst zu verweisen, in denen dergleichen beschrieben sind. *)

Ihnen möchte nur in der Mehrzahl nicht hinreichende Kraft und Festigkeit zuzutrauen seyn, um auch auf noch etwas zusammenhängenderen Boden zu wirken, während die einfacheren, welche diess weniger fürchten lassen, zu langsam arbeiten dürften. Unter letztere Zahl gehört auch, die gerade für den besprochenen Zweck empfohlene und auch wohl übrigens brauchbare, Vorrichtung, deren man sich zum Ausräumen der Canäle in Venedig bedient hat, (vergl. Bullet. de la soc. d'encouragem. année 5ème (1806.) No. XXXVI. p. 327.) und welche nach den schon früher bekannten sogenannten Moderzangen construirt, im Wesentlichen aus einer grosen halbcylindrischen Schlammschaufel besteht, die sich um einem Bolzen an einem verticalen Baume dreht. Bringt man sie mittelst eines von ihrem Drehpunkte ausgehenden Hebels, an welchem sie befestigt ist, in eine verticale Stellung, so klappt sie an eine, unten an demselben erwähnten Baume befestigte Wand an und wird durch solche geschlossen; treibt man daher letztere bei zurückgezogenem und somit geöffnetem Löffel in den Grund, zieht sodann den Hebel an, so rafft der Löffel Masse auf und hält sie, durch das endliche Anklappen desselben an die Wand, in sich zurück, dass er herausgehoben und entleert werden kann.

Diese Vorrichtung beruht sonach auf dem Baue eines Thieres mit festem Ober, aber beweglichen Unter-Kiefer

---

*) Vergl. u. a. A. C. Gudme — Wasserbaukunst, Thl. I. Berlin 1827. S. 166. — Crelle, Journal für Baukunst. Bd. IV. (1828.) S. 408. — Bd. V. (1829.) S. 235. — Bulletin de la soc. d'encouragem. ann. 34ème (1838.) No. CCCLXXVI. p. 482. — Annales des ponts et chaussées 1. ser. 1840. 2. semestre. p. 153 (drague rochelaise) — vorzüglich aber M. P. Sganzin, programme du résumé des leçons d'un cours de constructions, Paris 1841, t. III. p. 4. et seqts. pl. 135. 136. 137. Die ältere Literatur über diesen Gegenstand findet sich zum gröseren Theile, (mittel- und unmittelbar) aufgeführt in dem Artikel: Austiefungsmaschine in J. H. M. Poppe Encyclopédie des gesammten Maschinenwesens, Bd. 1. und Supplementband 3.

(z. B. Krokodil,) welches seinen Kopf senkrecht in den Grund hinabsenkt und zuschnappt.

Das Heben und Senken des verticalen Balkens mit dem Löffel und der Wand, erfolgt durch einen starken Wagebaum an dessen einem Ende beide hängen und welcher selbst wieder auf einem Fahrzeuge ruht, von dem aus die übrigen Bewegungen — das Oeffnen und Schliesen des Löffels — durch Seile bewirkt werden. — In den Grund eingetriebene Bäume, stellen das Fahrzeug beliebig fest. —

Schlüsslich aber liesen sich an dergleichen Maschinen auch noch die Schneepflüge anreihen, deren man sich zum Wegräumen des Schnees von Landstrasen, noch mehr von Eisenbahnen, bedient, wenn nicht diees Vorrichtungen einzig und allein ein Weg- und zur Seite-Drängen, ohne alle Trennung, noch weniger mit Wegfüllung verbunden, bewirkten, daher sich für festere Massen, als Gegenstände der Wegfüllarbeit bei denen man etwa schon mit einem blosen Aufreissen zufrieden wäre, nicht eigneten, weil sie gröseren Widerstand nicht zu überwinden vermöchten, für lockere, schlammige Massen aber aus dem Grunde nicht, weil gerade bei ihnen, von einem gleichzeitigen Auffassen und Ausfördern nicht abgesehen werden könnte.

§. 16. Leistung. Ueber die Leistungen, welche bei diesen verschiedenen Arten von Wegfüllarbeiten erlangt werden können, lässt sich ebenfalls wenig bemerken, erstens weil sie, selbst jede einzelne, auf Massen von immer noch sehr verschiedener Beschaffenheit, (in Festigkeit, Zusammenhang u. s. f.) angewendet werden; zweitens, weil sie selten ganz rein für sich bestehen, sondern meistens durch eine oder die andere Hülfsarbeit anderer Art unterstützt werden, wie namentlich durch die Anwendung der Keilhaue; und drittens, weil sie eben so oft, ja noch öfter mit einer Art oder wirklichen Wegförderung eng verbunden sind, die durch denselben Arbeiter, in einerlei Lohnung gleich mit verrichtet wird. Diese Förderung besteht entweder nur in einem Auswerfen mit demselben Gezäh, aus mehrerer oder min-

Digitized by Google

derer Tiefe, oder in einem wirklichen Wegfördern auf kleinere oder grösere Entfernung, was natürlich auf die reine Leistung bei der eigentlichen Gewinnungsarbeit einen um so gröseren Einfluss äussern muss, als dieses Auswerfen wohl bis auf 15 Fuss Höhe, das Wegfördern bis auf 100 und mehr Schritt Entfernung erfolgt, daher oft mehr Zeit und eben so viel, ja, wohl oft mehr Kraft in Anspruch nimmt, als die Gewinnung selbst.

Dann müssen natürlich die Leistungen bei übrigens gleicher Beschaffenheit sehr verschieden ausfallen. Endlich darf auch nicht unerwähnt bleiben, dass mehrere und gerade der vorzugsweise bergmännischen Wegfüllarbeiten, meistens nur auf so kurze Zeiträume, häufig nur den einer einzigen Schicht, oft noch weniger beschränkt, auch auf längere Zeit doch immer im Ganzen nur vorübergehend angewendet werden, dass die Arbeiter eine wirkliche Uebung darin nicht erlangen, somit die grösten Leistungen nicht erreichen, noch auch über diese Leistungen überhaupt gehörige Erfahrungen gesammelt werden können. — Dies gilt z. B. ganz vorzüglich von der Arbeit mit der Kratze.

Aus denselben Ursachen kann auf die ohnehin je nach den Orten sehr verschiedenen Kosten aller Art nicht und selbst noch weniger eingegangen werden, als bei den übrigen Gewinnungsarbeiten. — Uebrigens sind in dem Folgenden die Angaben in ihrer ursprünglichen Fassung, daher theilweis über anscheinend ganz gleichartige Massen sehr verschiedene, mitgetheilt worden, da eben wegen des grosen Einflusses örtlicher Verhältnisse mannigfacher Art, das Ziehen eines allgemeinen Mittels sehr wahrscheinlich hier nach keiner Seite gnügen würde.

1) Nach **Morin** (Aide mémoire de mécanique pratique, Metz et Paris 1837. p. 284. hebt ein Arbeiter mit der Schaufel **Erde** auf 1,6 mètre mittlere Höhe täglich 10 Stunden lang und leistet dabei 38880 mètres-kilogrammes (d. ist 272160 Fs. ℔. sächs. *)

*) 1 Fus = 2/7 mètre, 1 ℔. = 1/2 Kilogramme.

2) Nach M. J. Sganzin, Grundsätze der Strasen-, Brücken-, Kanal- und Hafen-Baukunde, (übersetzt von G. F. Lehrritter und G. H. Straus, Regensburg 1832. S. 299.) braucht ein Arbeiter um eine Schachtruthe (100 Kubikfus baier. = 106 Kbkfs sächs.) Erde zweimal mit der Schaufel auf 10 bis 20 Fus horizontale Weite zu werfen, 0,3 Tagesschichten, dieselbe aber einmal auf eine Höhe von 8 Fus oder zweimal auf eine Höhe von 4 Fus zu werfen 0,41 Tagesschichten.

3) Nach derselben Schrift, — S. 298 — braucht er, um eine Schachtruthe Schlamm oder beweglichen Flusssand mit Handbaggern, aus einer mittleren Tiefe von 5 Fus auszubaggern 2,5 Tagesschichten.

4) Nach M. Meyer, Beiträge zur Kenntniss des Eisenhüttenwesens in Schweden, Berlin 1829. S. 194. kann in Finnland ein Arbeiter mit dem Netzbeutel (vergl. §. 7. S. 61.) bei mächtigen Lagern täglich 4 Tonnen Seeerz, bei dünnen ⅔ davon gewinnen, (1 Tonne = 4½ Cent. preuss.)

5) Im Gouvernement Olonetz in Russland gewinnen zwei Arbeiter (nach dem Annuaire du Journ. des mines de Russie, Année 1835, Petersbourg 1840, p. 237.) mit dem eisernen Siebe (vergl. §. 7. S. 62.) je nach ihrer Geschicklichkeit und Stärke und nach der Mächtigkeit der Ablagerungen, bei 1 Werschock bis ¼ Arschine, und in sumpfigen Gegenden bis ½ Arschine, (resp. 1⅞ — 7½ — 15 Zoll) Mächtigkeit aus 1 bis 3 Saschen (90 — 270 Zoll) Wassertiefe, täglich 60 — 400 Pud, (1959 bis 13062 Pfund,) Seeerz.

6) Nach den bei dem Freiberger Bergbaue gemachten — den Veranschlagungen für den tiefen meissner Elbstolln zum Grunde gelegten — Erfahrungen, hält eine Kratze 300 achtstündige Schichten aus und lässt 60 Kubiklachter (= 20580 Kub.-Fus) Berge damit wegfüllen.

7) Nach Coulomb, (Christian mécanique industr. t. I. p. 84.) leistet 1 Mann beim Umgraben eines Feldes

mit dem Spaten täglich 96000 mètr. kilogr. = 672000 Fus Pfd. sächs.

8) Nach Erfahrungen bei dem sächs. Bergbaue wird durchschnittlich a) 1 Kub.-Elle Grund zu graben und wegzufördern mit 5 bis 7 Pf. b) 1 Kub.-Elle Sand mit 3 bis 5 Pf. c) 1 Kub.-Elle Lehm zu stechen und zu laden mit 3 bis 8 Pf. bezahlt. Eine Tagelöhnerschicht zu 6 Ngr. 3 Pf. gerechnet, könnte also in einer solchen ad a) 9 bis 12⅗ Kub.-Elle, ad b) 12⅗ — 21 Kb.-Elle, ad c) 7⅞ — 21 Kubk.-Ellen gewonnen werden; — (im Gedinge jedoch wohl mehr.)

9) Bei Erbauung des Dittmannsdorfer Teiches in dem Freiberger Revier wurde a) eine Kubik-Elle Graben auszuwerfen mit 4 bis 6 Pf.
b) eine Kb.-Elle Steinbruch zu beräumen mit eben soviel,
c) eine Fuhre Lehm von 3¼ Kub.-Ell. zu graben, exclus. laden, mit 3 bis 4 Pf. bezahlt, daher auf eine Tagelöhnerschicht ad a und b, 10½ bis 15¾ Kubik-Ellen.
ad c, 15¾ 21 Fuhren = 51³⁄₁₆ — 68¼ Kbk.-Ellen kommen.

10) Nach G. S. Hörnig — Grundsätze zur Anfertigung richtiger Bauanschläge, Dresden 1841 — S. 137. ist beim Ausgraben und Fortschaffen des Erdbodens auf ebenem Wege*) auf einen Handlangertag zu rechnen:

bei einer Wegförderung	in lockerem Boden.	in mittler. Boden.	in schwerem Boden.	in sehr schwer. Boden.
auf 25 Schritt.	29 KubElln.	26 KubEll.	19 Kub.-Elln.	16 Kub.-Ellen.
„ 50 „	24 „	20 „	17 „	15 „
„ 75 „	22 „	18 „	15 „	14 „
„ 100 „	19 „	16 „	14 „	13 „

*) Es ist hier nur die Leistung bei flachem Ausgraben, so wie bei einer Wegförderung nur bis auf 100 Schritt herausgehoben worden, indem eine grössere Tiefe, so wie die an und für sich schon dem Ausgraben fremde Arbeit des Wegförderns auf die Leistung bedeutenden Einfluss ausüben, daher den Angaben eine hier unpassende Weitläufigkeit ertheilen würden.

Digitized by Google

11) Nach Sganzin a. a. O. — S. 298. erfordert eine Schachtruthe Erde zu graben, zu laden oder einmal mit der Schaufel auf 10 Fus horizontale Entfernung oder 4 Fus verticale Höhe zu werfen (vergl. oben Leistungen sub 2) bei Gartenerde, geackertem Boden oder getrocknetem Sande 0,45 Tagesschichten,
bei dichtem Lehm und festem Sande 0,54 Tagesschichten,
bei festem Lehm und Thon mit Unterstützung der Keilhaue 0,63;
bei mit Wurzeln oder kleinen Steinen gemengter Erde 0,72.

12) Zufolge des Kalenders für den sächs. Berg- und Hütten-Mann, Jahrgg. 1835. S. 81. wird 1 Kubk.-Elle Sand und Erdkohle zu gewinnen und 20 bis 30 Schritt mit dem Karrn wegzulaufen mit 3 Pfg. bezahlt, wobei 1 Mann täglich 7 bis 8 Gr. verdienen, also täglich 28 bis 32 Kubik-Ellen fördern kann.

13) Eine Quadratruthe — (von 15 Fus Seitenbreite) — Rasen abzustechen und aufzusetzen, wird denselben Angaben zufolge, mit 2 Gr. 8 Pfg. (33 Ngl.) bezahlt; die ganze Tagesarbeit ebenfalls zu 7 Gr. oder 8 Ngl. 8 Pfg. gerechnet, würde also ein Arbeiter täglich 2⅔ □Ruthen = 600 □Fus abstechen können. — Hiermit stimmt auch ziemlich eine Angabe von Böbert überein (vergl. Karsten und v. Dechen Archiv für Min. Bd. XIV. S. 444.) nach welcher:

14) bei einem Teichbaue im Anhaltischen ein Arbeiter täglich 520 bis 550 Stück Rasen zu 1 □Fus rheinl. (was 642 bis 679 Stücke zu 1 □Fus sächs. gäbe,) — abstechen konnte. — Hingegen

15) nach Sganzin, a. a. O. S. 299. würde 1 Quadratruthe Rasen (von 100 □Fus baier. = 104 □Fus sächs.) bei 3 — 4 Zoll Dicke zu stechen 0,55 Tagesschichten eines gemeinen Arbeiters und 0,34 eines geübteren Erdarbeiters erfordern.

16) Im Egerlande kann ein geübter Arbeiter von Schwarz-

turf bei 4 bis 5 Fus Tiefe täglich 3 bis 4000 Stück Ziegel (von 12 Zoll Länge, 6 Zoll Breite, 4 Zoll Höhe baier.) stechen. (Vergl. Reinsch in O. L. Erdmann und R. J. Marchand Journal für pract. Chemie, Bd. XVII. (1839.) S. 16. Dagegen ist

17) nach J. C. Eiselen — (Handbuch zur Kenntnissd es Turfwesens, Berlin 1795. S. 130.) das Tagewerk eines Turfstechers bei gutem, schweren Turf, 7500 Stück Ziegel, bei leichtem filzigen 9000 Stück, von 12 bis 13 rheinl. Zoll Länge, 4½ Zoll Breite, 5 Zoll Höhe, bei einer Tiefe bis 10 Ziegelstärken.

18) Nach H. C. Moser (die Turfwirthschaft im Fichtelgebirge, Nürnberg 1825. S. 94.) wurden in der Weissenstädter Revier in Baiern, im Jahre 1820 durchschnittlich von 3 Arbeitern täglich 860 Kubik-Fus baier. (912 Kubik-Fus sächs.) Turfmasse ausgestochen.

19) Zufolge der Schrift: Ueber die Gewinnung und Benutzung des Turfes in Baiern, München 1839. S. 66 und 67. kann in Baiern 1 Arbeiter täglich beim Reihenstiche, wo der Tiefe nach nur ein Stich auf einmal genommen wird, 5 bis 6000 Stück, beim Treppenstiche, wo in mehreren Absätzen übereinander gleichzeitig gestochen wird, 4 bis 5000 Stück Ziegel stechen, in Accordarbeit in langen Tagen aber 6 bis 7000 Stück von 21 baier. Zoll Länge, 4½ Zoll Breite, 3 Zoll Dicke. *)

20) Nach dem Journal des mines t. XXXII. p. 262. konnte ein Arbeiter im Thale von Essonne in einer Minute

a) mit dem einfachen kleinen Flügelspaten (vergl. §. 13. S. 80.) 32 Turfstücke

b) mit dem grosen dreischneidigen (vergl. S. 82.) 16 Stück,

*) Die Leistungen beim Turfstechen sind natürlich je nach der Gröse der Ziegel, der Festigkeit der Masse, der Tiefe aus welcher gestochen und ausgeworfen wird, und nach anderen örtlichen Verhältnissen, verschiedener als bei irgend einer andern Wegfüllarbeit.

c) mit dem vierschneidigen Spaten mit beweglichen Messer von St. Jullien (vergl. S. 83.) fast eben soviel stechen; mit dem ersten jedoch nur in wasserfreiem Grunde, mit dem zweiten unter einer bis auf die Oberfläche des Turfes reichenden Wasserbedeckung, mit dem dritten unter völliger 5 bis 6 mètres tiefer Wasserbedeckung.

21) Nach dem Journal des mines t. I. Heft 6. p. 57. kann der stärkste Turfstecher den Turf nicht höher als 13⁵⁄₁₂ paris. Fus, (15¼ sächs. Fus) auf einmal hinaufwerfen.

22) Der v. Brückmann'sche Grabenpflug, (vergl. Verhandlungen des preuss. Gewerbevereins, Jahrgg. V. (1826.) S. 194. und §. 15. S. 88.) riss, in der ersten Einrichtung, in Kies und Steingerölle, mit 10 Pferden bespannt, in 3 Stunden 19800 Kubk.-Fus (wahrscheinlich würtembergische; 1 würtemb. Fus = 0,28649 mètre = 1,00272 sächs. Fs.) auf, oder soviel, als 477 Mann; in der zweiten, der im allgemeinen anwendbarsten, in Dammerde mit 8 Pferden in 3 Stunden 48000 Kubk.-Fus oder soviel, als 960 Mann geleistet haben würden; in der dritten Einrichtung, als Nachhülfe auf Böschungen, daher in der vergleichsweisen Wirkung schwerer zu beurtheilen, leistete er mit 10 bis 12 Menschen bespannt, soviel als 50 bis 60 Mann mit Hauen.

23) Der Rosenberg'sche Turfpflug endlich (vergl. Abhandlungen der Königl. schwedischen Academie der Wissenschaften, übersetzt von Kästner; Bd. 14. Hamburg und Leipzig 1755. S. 232. und oben §. 15. S. 87.) schnitt mit einem Pferde unter Leitung und resp. Mitwirkung von 3 Leuten in 4 Stunden 666 Quadratellen (NB. unter sehr fester Thonbedeckung,) ab. Ueber die angebliche Leistung der neuen amerikanischen Grabemaschine s. oben §. 14. S. 91.

Digitized by Google

II. Die Keilhauenarbeit.

§. 1. Die Benennung dieser Abtheilung der Gewinnungsarbeiten schreibt sich von dem hauptsächlichsten, ja in der weiteren Ausdehnung, alleinigen Gezähstücke her, mit welchem dieselbe verrichtet wird, der Keilhaue. Der allgemeine Character der Keilhaue ist der eines Keiles, — und zwar ursprünglich Spitzkeiles, — welcher an einem Helme befestigt und mittelst desselben gehandhabt, daher eigentlich und in der Regel ohne Zuziehung eines anderen Gezähes, selbstthätig, lediglich durch den ihm mit Hülfe des Helmes ertheilten Schwung, in die zu gewinnende Masse eingetrieben wird.

§. 2. Die Keilhauenarbeit ist die erste der oben (S. 47.) genannten drei Abtheilungen der eigentlichen Eisenarbeiten. Zwischen diesen finden, wie natürlich und wie schon oben erwähnt wurde, Verbindungen und allmälige Uebergänge statt; hält man aber den im vorigen §. bezeichneten Character der Keilhaue fest, so stellt sich auch leicht und von selbst die Grenzlinie zwischen dieser Abtheilung und den damit verwandten, sowie die Nothwendigkeit dar, manche Gezähstücke und deren Anwendung davon auszuschliesen, welche nicht selten nur desshalb als dazu gehörig aufgeführt werden, weil sie häufig im Verein mit der Keilhaue, zu deren Unterstützung und unter ähnlichen Verhältnissen der Oertlichkeit Anwendung finden; ein Grund, welcher, wenn man ihn gelten liese, nicht nur alle Eisenarbeiten wirklich zu einer einzigen verschmelzen, sondern auch unschwer selbst die Sprengarbeit mit in diese hineinziehen lassen würde, ja müsste, weil in sehr vielen Fällen auch diese zur Unterstützung der Keilhauen, wie auch der übrigen Eisenar-

Digitized by Google

beiten herbeigezogen wird; eine Verschmelzung deren Unstatthaftigkeit Jedem sogleich in die Augen fallen würde.

§. 3. Die Keilhauenarbeit ist aber, als die erste der Eisenarbeiten auch die erste der eigentlich rein bergmännischen Gewinnungsarbeiten, während, wie diess ebenfalls schon früher bemerkt wurde, die Wegfüllarbeit meist noch als eine mehr nur geliehene, ihnen zur Hälfte fremde, betrachtet wird. —

Bestimmt und geeignet ist dieselbe der Festigkeit, sowie sonstigen Beschaffenheit der zu gewinnenden Massen nach, ursprünglich und eigentlich für mildes Gestein, also Gems, Letten, von verschiedenem Grade des Zusammenhaltes, Lehm, Raseneisenstein, Gips, Schieferthon, Braunkohlen, Braun- und Thon-Eisenstein, Flötz-Kalkstein, Dach-, Tafel- und Alaun-Schiefer, Gallmei, Bleiglanz, Ausschram; (milde Gangmasse und aufgelöstes Nebengestein,) auf Gängen, Bruchmasse u. dergl., jedoch nöthigen örtliche und räumliche Verhältnisse nicht selten dieselbe auch auf festere, ja erheblich feste Mineralmassen, als Steinsalz, Steinkohlen, Sandstein, Kupferschiefer u. a. anzuwenden, insbesondere da, wo eigenthümliche Lagerungsverhältnisse, regelmäsige Zerklüftung u. s. f., diese Anwendung auf der anderen Seite begünstigen. — Indess kommt diese Arbeit seltener ganz selbstständig d. h. ganz allein die Gewinnung vom ersten Anfange an bis zur völligen Vollendung bewirkend vor, vielmehr wird sie in der Mehrzahl der Fälle von anderen Arbeiten unterstützt und zwar gewöhnlich in der Art, dass sie als Vorbereitung für letztere nachfolgende, dient; so z. B. für die Hereintreibearbeit, die Sprengarbeit; obschon sie auch namentlich für die Sprengarbeit, selbst wieder als Nachhülfe angewendet werden kann.

In dieser Anwendung tritt die Rücksicht auf den Grad der Gewinnbarkeit der Massen ganz besonders in den Hintergrund.

§. 4. Die Keilhauenarbeit ist aller Wahrscheinlichkeit nach sehr alt, wie diess auch in der Natur des Gezähes liegt, auf dessen sehr einfache Einrichtung schon die ersten Versuche führen mussten. — Wie theils aus

Digitized by Google

den älteren Schriftstellern, welche den Bergbau der alten Völker beschrieben haben, theils aus den Spuren in alten Bauen, theils endlich selbst aus aufgefundenen Gezähen hervorgeht, war sie den Römern, wahrscheinlich selbst den Carthaginensern, welche vor jenen den Bergbau in Spanien betrieben, ebenso den früheren gewöhnlich mit dem Namen Tschuden belegten Bewohnern Sibiriens, bekannt, sonach überhaupt Völkern, welche in gar keiner Berührung noch Verbindung mit einander standen. *)

Ueber die Gestalt dieser alten Keilhauen lässt sich, in Ermangelung genauerer Beschreibungen oder Abbildungen in den angeführten Schriften, etwas Bestimmtes nicht angeben; (da die von Reitemeier, S. 109. angeführte in J. Edeln v. Born Briefen über mineralogische Gegenstände, (Frankfurt und Leipzig, 1774. S. 115.) enthaltene Stelle von der Aehnlichkeit anderer damaliger Gezähe, mit den jetzigen spricht, eine andere darin angezogene Stelle aus Gobet histoire des anciens minéralogistes t. I. p. 221, aber gar nichts davon sagt; wohingegen Hacquet in seiner Reise durch die norischen Alpen, Thl. I. Nürnberg 1791. S. 68. diese Aehnlichkeit bei alten in Ungarn, Siebenbürgen u. s. f. gefundenen Gezähen wirklich angetroffen zu haben versichert.) Nicht unwahrscheinlich ist es, dass sie von der Art der jetzigen Schrämhämmer (s. später,) und den solchen der Gestalt nach verwandten, Arten von Keilhauen waren, d. h. aus einer Zusammensetzung von einer eigentlichen Keilhaue und einem Hammer oder Fäustel, bestanden; eine Gestalt, welche verschiedenartige Benutzung, sowohl zum Eindringen und Zerspalten, als auch zum Zerschmettern gestattet. Wenigstens dürften wohl, wenn in der häufig angezogenen Stelle des Plinius, lib. XXXIII.

*) Vergl. Plinii historia naturalis lib. XXXIII. cap. 4; Gobet, les anciens minéralogistes du royaume de France part. II. Paris 1779. p. 771. P. S. Pallas Reise durch verschiedene Provinzen des Russischen Reichs, Petersburg 1773. Thl. II. S. 608. und andere Schriften, welche in J. S. Reitemeiers Geschichte des Bergbaues und Hüttenwesens bei den alten Völkern; Göttingen 1785. S. 109 u. 110. aufgeführt sind.

Digitized by Google

cap. 4. „Saepius vero quoniam in cuniculis vapor et fumus strangulat, caedunt fractariis CL „libras ferri“ etc. (indem eine andere Lesart fracturis, in dem dortigen Zusammenhange noch weniger Sinn giebt,) unter fractariis mit Reitemeier u. A. Keilhauen zu verstehen sind, diese nur von der oben bezeichneten Beschaffenheit gewesen seyn, nicht nur, weil dieses Wort eben sowohl ein Treibe- oder Gäng-Fäustel bezeichnen kann, sondern auch, weil jenes übermäsige Gewicht von 150 Pfund, welches schon an sich schwer zu erklären ist, am wenigsten mit einer gewöhnlichen Keilhaue vereinbar wäre; ein Gewicht, welches sogar auf ein bloses Fäustel folgern lassen würde, wenn mit diesem allein eine Gewinnung möglich wäre und nicht überdem alsbald noch von cuneis et malleis besonders gesprochen würde.

Ebenso mag sich auch die Keilhaue als ein Hauptgezähstück auf den späteren, obschon gegen die Jetztzeit noch sehr frühen, europäischen Bergbau übergetragen und dabei erhalten haben, wie diess nicht nur Gemälde (so u. A. die Darstellung von Bergleuten in den Glasfenstern des Domes zu Freiburg im Breisgaue, von 1280,) sondern auch die deutlichen Spuren dieser Arbeit an vielen, im ganzen Felsen, besonders in Sandstein ausgehauenen Gemächern, Gefängnissen, Gängen u. s. f. die aus den Zeiten des Mittelalters, theils noch früheren und späteren, herrühren, nachweisen.

Ueberhaupt scheint diese Arbeit bis zu der Einführung des Sprengens mit Pulver, also bis in die erste Hälfte des 17. Jahrhunderts, weit allgemeiner in Gebrauch gewesen zu seyn, als jetzt, wo sie ebenso und noch vielmehr als die Schlägelarbeit, bei vielem, besonders Gang-Bergbau durch Herkommen, Mangel an Uebung und Geschicklichkeit u. dergl. Ursachen, sehr mit Unrecht selbst da fast gänzlich verdrängt worden ist, wo sie noch jetzt mit recht gutem Erfolge anwendbar wäre, so namentlich bei durchgängig lettigen aufgelösten Gangmassen oder wenigstens dergleichen Ausschram von einiger Mächtigkeit.

Die allerältesten Keilhauen waren aus Kupfer ge-

Digitized by Google

fertigt, wie dieſs ebenfalls, theils aus wirklich aufgefundenen Exemplaren, theils aus Schriftstellen hervorgeht, theils endlich aus der Anwendung des Kupfers und der Bronze zu anderen Gezähen gefolgert werden kann; erst später ging man zu dem Gebrauche des Eisens über.

Dieſs führt zu einem kurzen allgemeinen Hinblick auf das Material zu Gezähen überhaupt, besonders zu scharfen und schneidenden, von dem geschichtlichen Standpunkte aus, welche Erörterung hier, am Eingange der Betrachtung der sämmtlichen derartigen Gezähe, den schicklichsten Platz finden dürfte.

§. 5. Das früheste Material zu den insbesondere spitzen, scharfen und schneidenden Gezähen war bei den meisten älteren Völkern unstreitig Kupfer.

Wenn Einige,*) gestützt auf einzelne, jedoch nicht angeführte alte Schriftsteller, die Ansicht aussprechen: dass man sich in frühester Zeit geschärfter Kieselsteine zum Ausgraben der Erze, wenn schon nur von der Oberfläche, bedient habe, so möchte dieser Ansicht wohl nur bedingungsweise und als innerhalb eines sehr engen Bereiches gültig, beizustimmen seyn.

Denn obgleich Stein, ja selbst Holz **) in jenen frühesten Zeiten allein, später immer noch neben dem Kupfer, ja sogar dem Eisen, zu einzelnen Werkzeugen, Geräthen selbst Waffen angewendet wurde, wo man sich gegenwärtig für gleiche Zwecke nur des Eisens und

*) Vergleiche Reitemeier a. a. O. S. 31. W. Jacobs über die Production und Consumtion der edlen Metalle, übers. von C. Th. Kleinschrod, Leipzig 1838. S. 30.

**) Hölzerne Werkzeuge fand man hauptsächlich in den Ueberresten alter britannischer und römischer u. zwar Zinn-Gruben vor, nicht aber ebenso in denen des später erst zur Römerzeit selbst aufgekommenen Kupfer-Bergbaues. Vergl. Carne über die Kupfergruben in Cornwall in d. Transactions of the royal geological society of Cornwall. Vol. III. p. 37. — aber auch noch in jetziger Zeit bedienen sich sehr uncultivirte Völker, freilich ebenfalls nur zu der leichten Gewinnung in Seifengebirge, des Holzes, so unter Anderen die Neger an der Grenze von Abessinien, zur Gewinnung des Goldes aus kleinen Schächten. Vergl. C. J. B. Karsten und H. v. Dechen, Journal für Mineralogie u. s. f. Bd. XII. Berlin 1838. S. 147.

Digitized by Google

Stahles bedient, so war diess doch nicht wohl der Fall bei, zur bergmännischen Gewinnung fester Massen und zum Eindringen in dergl. bestimmten Gezähen, vielmehr findet sich zu solchen in derselben Weise, wie zu schneidenden Angriffswaffen, selbst da Metall angewendet, wo man sich für andere Zwecke in derselben Zeitperiode des Steines und Holzes bediente. *) Stand aber wirklich ein Volk noch auf einer so niedrigen Stufe der Bildung und gleichzeitig so ganz ausser allem Handelsverkehr mit anderen, so betrieb es wohl auch kaum irgend eine Art wirklichen Bergbaues, und höchstens erstreckte sich seine Gewinnung von Erzen auf das Zusammenlesen von Bruchstücken und Sand auf der Oberfläche, nicht aber auf ein Lostrennen anstehender fester Massen.

Jene allgemeine Anwendung des Kupfers fand bei den verschiedensten Völkern des Alterthums in Asien, Afrika und Europa statt, wie diess nicht nur ältere Schriftsteller, sondern auch aufgefundene Ueberreste, sowohl von Geräthen, Schmuck, Werkzeugen, Waffen verschiedener Art überhaupt, als auch bergmännischem Gezähe insbesondere, nachweisen und nur in seltenen Ausnahmen möchte eine und die andere Völkerschaft früher mit dem Eisen als mit dem Kupfer bekannt geworden seyn. **)

---

*) Vergl. u. a. Pallas Reise u. s. f. Thl. II. S. 608. u. a. O. zufolge dessen man in den Ueberresten des Bergbaues und in den Gräbern der alten Sibirier neben kupfernen Keilhauen, Messern, Pfeilspitzen und dergl. noch als Fäustel benutzte gerundete Steine auffand, ebenso wie man bekanntlich in Grabmälern und anderen Fundorten germanischen, celtischen, slawischen, scandinavischen und andern Ursprunges in den verschiedensten Ländern, neben kupfernen scharfen Waffen, Steine zu Streitäxten, Keilen, Schildspaltern und überhaupt ähnlichen Instrumenten verarbeitet auffand, die nicht eigentlich schneidend zu wirken bestimmt waren.

**) Die dieses nachweisenden Schriftstellen sind so zahlreich, dass es hier zuviel Raum wegnehmen würde, selbst nur die hauptsächlichsten einzeln aufzuführen. Eine Zusammenstellung einer sehr grosen Anzahl derselben, findet sich in einem diesen Gegenstand behandelnden, sehr vorzüglichen Aufsatze: über den Gebrauch des Eisens bei den frühesten Nationen von Europa, von Th. Hingston, in den Transactions of the royal geological society of Cornwall, Vol. IV. Penzance 1832, p. 113. u. s. f. Ferner in A. Y. Goguet Untersuchungen über den

Digitized by Google

Die Ursache dieser früheren Bekanntschaft mit dem Kupfer als mit dem Eisen, dürfte theilweis darin zu suchen seyn, dass das Kupfer nicht selten gediegen, übrigens aber in seinen meisten Erzen kenntlicher vorzukommen pflegt, welches bei Eisen, das erstere gar nicht — die wenigen Fälle wahrscheinlich aussertellurischen Ursprunges ausgenommen — das letztere in viel geringerem Grade, der Fall ist; theilweis aber und wesentlich in der weit schwierigeren Darstellung und Bearbeitung des Eisens.

Einwürfe gegen diese frühere Bekanntschaft mit dem Kupfer, wie sie wohl zuweilen, so z. B. in einem Aufsatze von Wahlberg in dem schwedischen Magazin, übers. von J. C. Weber, Bd. I. Kopenhagen 1768. S. 447. versucht worden sind, beruhen auf einer zu einseitigen und beschränkten Auffassung der Lage der Sache nnd stützen sich auf zu unerhebliche Gründe, als dass darauf, den zahlreichen und gewichtigen Beweisen des Gegentheils gegenüber, etwas zu geben wäre.

Das Kupfer wurde häufiger und bei den meisten Nationen allein, gegossen angewendet; theils, und in früherer Zeit wohl aus Unkenntniss der Kunst des Schmiedens, welche, als schwieriger, später bekannt wurde; theils aber und zwar später, aus einer anderen, alsbald zu nennenden Ursache. Da nämlich das Kupfer an und für sich zu weich und unfähig ist, schneidende Werkzeuge von gehöriger Widerstandsfähigkeit zu geben, so hegte man zwar früher die Meinung, dass die Alten die Kunst besessen hätten, dasselbe nach Art des Eisens und Stahles

---

Ursprung der Gesetze, Künste und Wissenschaften, wie auch ihr Wachsthum bei den alten Völkern, übers. von G. L. Hamberger, Lemgo 1760. Thl. I. S. 155. 159. u. s. f. (in Ermangelung des Originals,) nächstdem auch in Reitemeier a. a. O. S. 33 und 61. — Aufgefundener bergmännischer Gezähe von Kupfer erwähnt Agatharchides der ubro mari im Diodorus Siculus. lib. III. cap. 12 — 15., bei dem sehr bedeutend gewesenen ägyptischen Bergbaue in der Nähe von Berenice in Nubien, der schon etwa im Jahre 750 v. Chr. durch den Einfall der Aethiopier unterbrochen worden war, ferner Pallas a. a. O. Thl. II. S. 608., sodann Hacquet a. a. O. Thl. I. S 68.

Digitized by Google

durch Löschen zu härten, ja man wollte diess sogar durch Untersuchungen alter Gegenstände von Kupfer nachgewiesen haben.*)

Ein solches Verfahren würde aber bei Kupfer von keinem, am wenigsten günstigen Erfolge seyn. Mehrfache neuere Untersuchungen alterthümlicher Gegenstände haben vielmehr nachgewiesen, dass man, und zwar insbesondere zu Werkzeugen und Instrumenten, jedoch auch fast zu allen anderen Gegenständen, — vielleicht nur mit Ausnahme weniger einzelner Fälle, in welchen mindestens keine Gewissheit darüber vorhanden ist, — kein reines Kupfer, sondern vielmehr eine Zusammensetzung von Kupfer und Zinn, also Bronze, — Erz — anwendete, eine Zusammensetzung, welche den alten Völkern schon in sehr früher Zeit bekannt gewesen ist, ebenso wie die von Kupfer und Zink, — Messing, — nur dass sie nicht das Zinkmetall, sondern nur das Gallmeierz kannten und zusetzten, welches sie als eine besondere Art von Kupfererz betrachteten.**)

Ein solcher Zusatz von Zinn macht schon bei 1 pro C. das Kupfer härter, (bei 3⅓ proc. gab er die höchst elastischen Federn zu den Ballisten der Alten;) mit der Vermehrung des Zinnes wird das Kupfer immer härter und weisser, bei einem Antheile von 31,55 pro C. stahlhart, krystallinisch, blauweiss; bei noch mehr gesteigertem Zusatze von Zinn nehmen jene Eigenschaften wieder ab und geben nur ein härteres Zinn. Von dieser Zusammensetzung ist das wahre specifische Gewicht durchgängig gröser, als das aus den beiden Bestandtheilen berechnete und wird bei 16 pro C. ein göstes.***)

Durch vielfache andere Untersuchungen hat sich nun ergeben, dass die gröste Mehrzahl der in Europa aufge-

*) Vergl. Goguet a. a. O. Thl. I. S. 160.

**) Vergl. C. J. B. Karsten System der Metallurgie, Bd. I. Berlin 1831. S. 74. u. s. f. Goguet, Hingston u. A. a. d. a. O.

***) Vergl. J. Dumas Handbuch der angewandten Chemie, übers. von G. Alex und Fr. Engelhardt. Bd. III. Nürnberg 1833. Art. Bronze. S. 459. §. 2180.

Digitized by Google

fundenen alten Waffen, Werkzeuge und Geräthe von dem verschiedensten, von einander entferntesten Ursprunge, aus einer Mischung — indem sie wenigstens zum Theil eine chemische Verbindung ist, — von 15 Theilen Zinn auf 85 Kupfer besteht, und nur zuweilen der Zinngehalt bis auf höchtens 8 pro C. herabgeht, nur bei Spiegeln, Federn, Statuen, noch weiter davon abweicht.*)

Ein Werkzeug der alten Peruaner enthielt, nach Humbold, 6 Theile Zinn auf 94 Kupfer, eine alte sehr gut schneidende gallische Axt (nach Vaucquelin) auch einen Antheil von Eisen, nämlich auf 87 Kupfer, 9 Zinn und 3 Eisen,**) obschon neuere Versuche ergeben haben, dass Eisen, und zwar auch nur bei kleineren Stücken, eigentlich nur bis zu einem Antheile von 2 pro C. die Bronze härter und zäher macht.

Bis zu einem Antheil von höchstens 15 pro C. Zinn, bleibt die Bronze allerdings noch etwas hämmerbar, jedoch nicht soweit, dass die daraus zu fertigenden Gegenstände anders, als durch Guss ausführbar sind, was die, wie schon oben angedeutet wurde, durchgängige Anwendung der letzteren Darstellungsweise erklärt.

Endlich hat D'Arcet nachgewiesen, dass durch Ablöschen heisse Bronze in kaltem Wasser nicht härter, sondern vielmehr weicher und dehnbarer wird.

Der Zeitpunkt der Erfindung — des Bekanntwerdens, — des Eisens trat natürlich, je nach der schon stattfindenden Bildung der Völker, sowie nach örtlichen Verhältnissen, auch zufälligen Umständen, sehr verschieden ein, wenn auch meist nicht so sehr spät nach dem Kupfer.

Zu den am frühesten mit der Bearbeitung desselben

---

*) Vergl. Klaproth chemische Untersuchungen antiker eherner Waffen und Geräthe, in A. F. Gehlen's Journal für Chemie, Physik und Mineralogie, Bd. IV. Berlin 1807. S. 351. u. s. f. und Hünefeld über partielle Auflösung des Zinnoxydes in J. S. C. Schweiggers und F. W. Schweigger-Seidels Jahrbuch für Chemie u. Physik. Bd. 50. Halle 1827. S. 342.

**) F. A. v. Humbold, Versuch über den politischen Zustand des Königreiches Neuspanien. Bd. IV. Tübingen 1813. S. 10. Vergl. Goguet. I. 160.

Digitized by Google

bekannten Völkern gehörten wahrscheinlich die Egypter, Phönicier, und Cretenser, nach ihnen die Griechen, bei denen diese Erfindung in die Zeit des Minos I. (in das Jahr 1431, v. Ch.) gesetzt wird. Da Moses (1600 v. Ch.) die Bearbeitung des Eisens als den Egyptern bekannt anführt, so wurde sie es wenigstens zu dieser Zeit auch den Juden.

Die Scythen sollen zur Zeit des Herodes (448 v. Ch.,) das Eisen bearbeitet haben, nicht aber das Kupfer. Die Britannier hatten dasselbe zu der Zeit Cäsars (gest. 43 v. Ch.) jedoch selten; dagegen 100 Jahre später zur Zeit Strabo's schon häufig; die germanischen Völkerstämme dagegen hatten zu Tacitus Zeit (100 J. n. Ch.) meist nur einige, obschon in einigen Gegenden, gute Kenntnisse des Eisens, wogegen die amerikanischen Nationen noch zur Zeit der Entdeckung Amerika's (1492 n. Ch.) dasselbe gar nicht kannten, sowie letzteres aller Wahrscheinlichkeit nach, auch bei den früheren Bewohnern Sibiriens der Fall gewesen seyn muss, da die Eroberung dieses Theiles von Asien durch die mit der Bearbeitung des Eisens sehr wohl bekannten Tartaren schon 150 v. Ch. erfolgte.

Dessen ohngeachtet verging von der ersten Kenntniss des Eisens bis zu dessen allgemeiner Verbreitung und Anwendung, wegen dessen Seltenheit und schwieriger Bearbeitung, wohl meist noch ein langer Zeitraum, theilweis von Jahrhunderten; während dessen neben, ja vor demselben, als einem seltenen und kostbaren Material, Kupfer, Erz, ja selbst Stein zu Werkzeugen und Waffen in vorzugsweisem, ja immer noch fast alleinigem Gebrauche blieb.

Daher war noch zu Homers Zeit, 933 v. Ch., das Eisen bei den Griechen, noch in späterer Zeit bei den Römern wie bei andern Nationen, noch sehr selten und kostbar, eherne Waffen hingegen die gewöhnlichsten; daher konnten zu Agatharchides Zeit in den von 750 v. Ch. herrührenden Ueberresten des Bergbaues bei Berenice noch lauter kupferne Gezähe gefunden werden; daher fand man in späterer bis in die neueste Zeit in Grabmälern und sonst, in Britannien, Deutschland, Scandinavien,

Gallien u. s. f., welche doch theilweis aus nicht zu frühen Zeiten herrührten, so häufig eherne Waffen und Geräthe, neben steinernen, so selten aber eiserne, dagegen wohl selbst goldene oder eherne Waffen mit eisenbelegter Schneide und Spitze, welche auf den hohen Werth des Eisens hindeuten, sowie man gegentheils unter den Alterthümern in Peru neben Aexten von Bronze, eben so oft Messer von Obsidian und andern Gesteinarten antraf.*)

Nicht zu übersehen ist jedoch dass auch Herkommen und Sitte allgemeiner oder für gewisse Verrichtungen, insbesondere gottesdienstliche, für gewisse feierliche Gebräuche, den Gebrauch von Kupfer oder gar Stein beibehalten liessen.**)

Das Eisen wurde vom Anfange her, allem Anscheine nach stets geschmiedet angewendet, denn obschon einzelne Stellen in älteren Schriften auf einige Bekanntschaft der Alten mit dem Eisengusse hinzudeuten scheinen, so ist dieselbe doch wohl erst später, im 15. Jahrhunderte unserer Zeitrechnung, allgemeiner aufgekommen.***) Man bearbeitete vielmehr unmittelbar ein mehr oder minder vollkommenes Frischeisen, welches gehärtet, endlich aber — zum Theil bei einigen Völkern ebenfalls ziemlich früh, — mit Stahl vertauscht wurde.

Diese kurzen geschichtlichen Bemerkungen über das Material zu Gezähen schienen sowohl der Vollständigkeit im Allgemeinen halber an und für sich, als auch wesentlich desshalb hier einzuschalten nöthig, weil die Kenntniss dieser Verhältnisse, sowie die der Eigenthümlichkeiten der verschiedenen Gestalt und Einrichtung der Gezähe in deren allmäliger Vervollkommnung — über, wel-

---

*) Vergl. die oben angegebenen Schriften, besonders aber Goguet a. a. O. Thl. I. S. 160. u. ff. Thl. II. S. 192. u. ff. — A. v. Humbold a. a. O. Thl. IV. S. 8. 10. 11. — Jacobs a. a. O. S. 2.

**) Vergl. u. A. Hingston a. a. O. S. 130.

***) Vergl. Karsten System der Metallurgie. Th. I. S. 94.

Digitized by Google

che letztere, soweit nöthig und überhaupt möglich, das Erforderliche an den betreffenden Orten erwähnt werden wird, — als eine der zur Beurtheilung manches alten oft nur noch in wenigen Spuren erhaltenen Bergbaues unentbehrlichen Grundlagen betrachtet werden muss.

§. 6.) Bei dem gegenwärtigen Stande der Keilhauenarbeit sind die dabei gebräuchlichen Gezähstücke:

1) Die Keilhaue,
2) Der Schrämhammer,
3) Die Breithaue,

und als, wenn auch selten angewendetes, Hülfsgezäh:

4) Der Schrämspies, ja selbst
5) Die gemeine Axt, jedoch nur in selteneren eigenthümlichen Fällen.

§. 7. Die Keilhaue, auch Spitzhaue, Haue,*) Picke, Krampe, Schroteisen genannt, zerfällt in zwei Hauptarten:

a) Die einfache Keilhaue und
b) die doppelte Keilhaue,

welche jedoch wieder der Construction nach sehr zahlreiche Verschiedenheiten in sich schliesen, durch die sie zugleich Uebergänge in die beiden anderen Gezähe, den Schrämhammer und die Breithaue, bilden, welche an und für sich, vornehmlich der erstere, immer nur Abarten der Keilhaue sind; Uebergänge in denen sich theilweis der Grundcharacter — eines Spitzkeiles — ganz verliert.**)

---

*) Das wallonische *have*, *haveresse*, bedeutet vorzugsweise eine leichte Schramhaue; (siehe später.)

**) Da in dem Folgenden nicht jede der einzelnen auf Taf. II, III. und IV. dargestellten Keilhauen für sich beschrieben, sondern auf dieselben nur überhaupt, bei der Betrachtung der einzelnen Theile Bezug genommen werden kann (indem eben für diese Darstellungen die wesentlichsten Verschiedenheiten ausgewählt worden sind;) so mögen dieselben gleich hier im Eingange in der Ordnung bezeichnet werden, in welcher sie dargestellt sind.

Taf. II. Fig. 10. Keilhaue, vom sächsischen Gangbergbaue, A. Seiten- B. obere Ansicht.

Digitized by Google

§. 8. **Die einfache gemeine Keilhaue, das einfache Schroteisen,** als die gewöhnliche und ursprüngliche, besteht, wie schon erwähnt worden, aus einem Spitzkeile, als der eigentlichen Haue, und dem Helme.

An der eigentlichen Haue, dem Eisen, unterscheidet sich, wie bei allen ähnlichen Gezähen, das Blatt a, Taf. II. Fig. 10—14, die Spitze oder das Oertchen b, und das Oehr oder Auge c. Das Blatt stellt den

---

Fig. 11. Keilhaue, von den Steinkohlenwerken bei Dresden in Sachsen. A. Seiten- B. obere Ansicht.

Fig. 12. Mansfeldische Keilhaue, A. Seiten- B. obere Ansicht, C. obere Ansicht von einer dergl. mit schiefem Oehr.

Fig. 13. Märkische Gesteins-Keilhaue, A. Seiten- B. obere Ansicht.

Fig. 14. Märkische Schramhaue, A. Seiten- B. obere Ansicht.

Fig. 15. Belgische Keilhaue, Seiten-Ansicht.

Taf. III. Fig. 1. Schlesische Keilhaue, A. obere, B. Seiten-Ansicht.

Fig. 2. Steierische Keilhaue, (Schrämeisen) A. obere, B. Seiten-Ansicht.

Fig. 3. Dergl. (Kohlenhacke) A. obere, B. Seiten-Ansicht.

Fig. 4. Keilhaue mit gekröpftem Helme, Seiten-Ansicht.

Fig. 5. Befestigung des Eisens am Helme durch zwei Federn. A. Seiten- B. vordere Ansicht.

Fig. 6. Befestigung durch eine Feder und eine Schraube, Seiten-Ansicht.

Fig. 7. Keilhaue von Dieuze in Frankreich, zum Anschrauben des Eisens am Oehr, A. obere, B. Seiten-Ansicht.

Fig. 8. Rivelaine, belgische Schramhaue, A. Seiten- B. vordere Ansicht.

Fig. 9. Englische Schram-Doppelkeilhaue, A. obere, B. Seiten-Ansicht.

Fig. 10. Zwickauer Schroteisen, A. obere, B. Seiten-Ansicht.

Fig. 11. Französische Gesteins-Doppelkeilhaue, A. Seiten- B. obere Ansicht.

Fig. 12. Englische Doppelkeilhaue, A. Seiten- B. obere Ansicht.

Fig. 13. Krampe von Wildshut in Oesterreich, A. Seiten- B. obere Ansicht.

Fig. 14. Sächsischer Schrämhammer, A. Seiten- B. obere Ansicht.

Fig. 15. Haueisen beim Steinsalzbergbaue in Gallizien, Ungarn, Siebenbürgen u. s. f. angewendet, A. obere, B. Seiten-Ansicht.

Fig. 16. Englische Gesteinskeilhaue, A. obere, B. Seiten-Ansicht.

Fig. 17. Berghammer von Commern, A. Seiten- B. obere Ansicht.

Fig. 18. Breithaue, A. Seiten- B. obere Ansicht.

Taf. IV. Fig. 1. Belgische Breithaue, A. obere, B. Seiten-Ansicht.

Fig. 2. Sächsische Breithaue zum Schrämen auf Steinkohlen, A. obere, B. Seiten-Ansicht.

Fig. 3. Breithaue mit gezahnter Schneide, obere Ansicht.

Fig. 4. Braunkohlenhaue, A. Seiten- B. vordere Ansicht.

Fig. 5. Dergl. vordere Ansicht.

Digitized by Google

Hauptkörper, die Masse mit dem nöthigen Gewichte dar, die Spitze, (zuweilen schon in eine Schneide übergehend,) ist der ausübende Theil, welcher das Moment der durch die Kraft des Arbeiters bewegten Keilhaue auf das zu trennende Gestein wirksam überträgt; das Oehr dient zur Befestigung des Blattes am Helme.

Die allgemeinen Erfordernisse jeder gehörig construirten Keilhaue, — welche Erfordernisse übrigens dieselben für die Doppelkeilhauen, — sind: richtige Gestalt des Eisens, nach Länge und Querschnitt, der Art der damit zu verrichtenden Arbeit und den Verhältnissen angemessen unter denen sie angewendet wird; zweckmäsige Länge und Gewicht, richtige Schärfung nach Art, Grad und nach der Stellung des Oertchens gegen das Blatt, richtige Stellung des Eisens gegen das Helm, gute Verbindung mit demselben, angemessene Länge und Gestalt des Helmes.

Vieles in diesen Verhältnissen wird freilich, wie bei allen Gezähen, sehr häufig durch Herkommen und Gewohnheit, ohne Regel, nicht selten zweckwidrig bestimmt, um so weniger kann aber in diesem Umstande eine Veranlassung liegen, ohne Prüfung an dem Hergebrachten fest zu halten.

Das Blatt. — Material. Das Blatt ist aus einem guten, festen und zähen, insbesondere wegen der etwaigen Anwendung über Tage, nicht kaltbrüchigem Eisen zu fertigen, welches, eben sowenig als der zur Spitze verwendete Stahl, leicht verbrennt, weil es in häufigen Wiederholungen in das Feuer gebracht werden muss.

Gestalt. Eigentlich ist das Blatt allgemein nach einem Bogen zu gestalten der von dem Ellenbogen, in einzelnen Fällen bei ganz freiem Aushiebe in unbeschränktem Raume auch von der Achsel, des die Keilhaue führenden Arbeiters — als Mittelpunkt — aus, beschrieben ist; in diesen Bogen muss auch das Oertchen fallen. Von dieser Gestalt ist Taf. II. Fig. 10. Taf. III. Fig. 5. 6.

Sehr häufig und gerade bei solchem Bergbaue, bei welchem die Keilhaue das vorzugsweise, ja fast allein angewendete Gezäh ist, wie dergl. auf Steinkohlen, Stein-

Digitized by Google

salz und ähnliche Massen, ist aber die Achse des Eisens entweder nach einem flacheren Bogen gekrümmt, oder die untere Seite desselben ganz gerade und nur die obere bogenförmig, so dass die Spitze in den Zusammenstosungspunkt beider, d. h., in die untere Seite fällt.

Auch diese Gestalt ist noch so lange richtig, als ein durch die Spitze beschriebener Bogen von dem angegebenen Halbmesser an keiner Stelle ausser- und zwar oberhalb des Eisens, hinausfällt, weil ausserdem jeder geführte Hieb eine Seitenprellung, einen Seitenstos auf das Blatt und ebenso auf die Hand des Arbeiters erzeugt, dadurch aber ersteres leicht abbricht, sofern dasselbe nicht durch eine, sonst überflüssige, Höhe widersteht.

Bei dieser Gestalt müsste daher das Blatt eine grösere Höhe bekommen, wogegen wohl an Dicke, (Breite) abgenommen werden kann.

Eine solche Form zeigt Taf. II. Fig. 13. Taf. III. Fig. 10. Noch weiter geht dieses System bei Keilhauen mit ganz geradem Blatte, bei welchen die Spitze ziemlich oder ganz in der halben Höhe liegt, wie z. B. bei der mansfeldischen Keilhaue, Taf. II. Fig. 12. der märkischen Schramhaue, Taf. II. Fig. 14., der englischen Doppelkeilhaue, Taf. III. Fig. 9. und anderen verzeichneten.

Bei solchen muss das Blatt aus den angeführten Ursachen, wenigstens am Oehr, verhältnissmäsig noch höher werden um gehörig haltbar zu seyn, und zwar in demselben Mase, als das Blatt länger ist. Um die von dieser Construction unzertrennlichen Seitenprellungen einigermasen zu vermindern, lässt man da, wo man von bestimmten Grundsätzen ausgeht, wenigstens die Spitze etwas unter die halbe Höhe fallen, indem man die obere Seite des Blattes schärfer abwärts, die untere flacher aufwärts krümmt, wie sich diess z. B. bei der märkischen Keilhaue, Taf. II. Fig. 14. zeigt.

Jene Form wird entweder, bei manchem Bergbaue, ganz allgemein, und dann ohne allen Grund gegeben, oder nur für gewisse Anwendungen, so insbesondere das Schrämen, Kerben, Schlitzen (wovon weiter unten,) wo man mit ganz gekrümmten oder selbst auf der unteren

Digitized by Google

Seite geradem Blatte die Winkel und Ecken der Schräme nicht so scharf ausarbeiten könnte, übrigens auch die Lage der Spitze in oder nahe der halben Höhe, überhaupt über der unteren Seite des Blattes, noch am wenigsten schadet, weil die erforderliche Kraftanstrengung, gleichzeitig auch die ganze Länge des Blattes, geringer ist. (Vergl. u. A. C. J. B. Karsten Archiv für Bergbau und Hüttenkunde, Bd. V. (1822) S. 285. — C. J. B. Karsten Archiv für Mineralogie, Geognosie u. s. f. Bd. VI. 1833. S. 99.

Zu dem Unzweckmäsigsten in dieser Hinsicht gehört wohl die Gestalt, z. B. der Taf. III. Fig. 7. dargestellten französischen Keilhaue, sowie der englischen Doppelkeilhaue, Taf. III. Fig. 9., bei welchen ein verhältnissmäsig langes aber niedriges, ja, bei den englischen, sogar auch dünnes Blatt in eine lang ausgezogene und doch ganz in der Mitte liegende Spitze endigt.

Uebrigens sucht man denselben Zweck, das Scharfausarbeiten der Winkel, da, wo man sich überhaupt mehr und minder gekrümmter Keilhauen bedient, auch dadurch noch mehr zu erreichen, dass man dergl. an gekröpften Helmen, in schräger Richtung gegen die Hauptrichtung der letzteren befestigt; wovon weiter unten mehr.

Endlich bilden noch einen Uebergang aus den geraden in die gekrümmten Keilhauen, jedoch den letzteren näher stehend, die vom Oehre aus geraden und nur gegen die Spitze hin gekrümmten, Taf. II. Fig. 11. Taf. III. Fig. 16.

Wenn aber schon jene Form, eines ganz geraden Eisens mit eben solcher in dessen halber Höhe stehender Spitze, an und für sich unrichtig ist, so ist es noch mehr die mit geradliniger oberer und schräg gegen dieselbe anlaufender unterer Seite, bei welcher demnach die Spitze eben ganz in die äussere Seite fällt, wie die Taf. II. Fig. 15. (eine von denen in M. Morand, art d'exploiter les mines de charbon de terre (1773) t. II. pl. VIII., als bei Lüttich gebräuchlich dargestellte,) von welcher Art auch eine in C. B. Brard Grundriss der

Digitized by Google

Bergbaukunde (übersetzt von C. F. A. Hartmann, Berlin 1830.) Taf. IV. Fig. 3. verzeichnete Doppelkeilhaue ist, welche zufolge S. 80. jener Schrift in den französischen Steinbrüchen gebräuchlich seyn soll.

Als Grund für letztere wird ebenfalls das Reinhalten des Schrames angegeben, aus welchem damit das erzeugte Steinmehl besser heraus und von dem Arbeiter weggetrieben werde.

Das Gleiche endlich gilt von der Taf. III. Fig. 13. dargestellten Doppelkeilhaue, in welcher dieses System dadurch auf das Aeusserste verfolgt ist, dass das Eisen geradezu eine umgekehrte Krümmung, von dem Helme abwärts, hat.

Es darf wohl kaum erst besonders ausgesprochen werden, dass man bei solchen, auf Herkommen und theilweis auf nicht ganz richtig verstandenen Wahrnehmungen beruhenden Einrichtungen einen kleinen Vortheil mit einem grosen Mangel erkauft hat, der sich allemal um so fühlbarer machen wird, je länger das Eisen und je gröser gegentheils die Kraft ist, mit welcher die Keilhaue geführt werden muss.

Die absolute Länge des Halbmessers für jene zweckmäsige concentrische Krümmung selbst, hängt natürlich von der Länge des Helmes ab; je länger dieses ist und der Räumlichkeit nach seyn kann, je kürzer gegentheils das Eisen, desto weniger wird dessen bogenförmige Axenlinie von der geraden Linie, als der Sehne dieses Bogens, abweichen, also endlich auch ohne grosen Nachtheil damit zusammen fallen können.

Ebenso mangelhaft, als die oben besprochene Vernachlässigung oder gar Umkehrung dieser Krümmung ist aber natürlich auch gegentheils eine zu scharfe Krümmung nach einem zu kleinen Halbmesser, wie z. B. bei Taf. III. Fig. 12, wo der Mittelpunkt des Bogens in das Handgelenk des Arbeiters fällt.

Der Querschnitt des Blattes ist verschieden; entweder ist er ein ganz oder ziemlich gleichseitiges Viereck, so bei Gesteinskeilhauen, bei Gang- — und einigem anderen Bergbaue, wie Taf. II. Fig. 10. Taf. III. Fig. 1.

Digitized by Google

meist mit scharfen, theilweis aber mit soweit verbrochenen Kanten, dass er fast oder ganz in ein Achtseit übergeht; oder er hat mehr Höhe als Breite, welches Verhältniss in allmäligen Abstufungen bis in das eines hohen und dünnen Blattes übergeht; so Taf. II. Fig. 12. 14. Taf. III. Fig. 10. Letztere Form, die eines länglichen Vierseits, ist die bei weitem gewöhnlichste und auch anwendbarste, denn nicht gerechnet, dass sie bei gleicher Masse durch ihre verhältnissmäsig grösere Höhe eine grösere Haltbarkeit und Widerstandsfähigkeit gewährt, so eignet sie sich auch am Besten zum Schrämen, als der bei weitem ausgedehntesten Anwendung der Keilhaue, bei der man oft einen möglichst engen oder niedrigen Einschnitt herstellen will, der erstere gleichseitige Querschnitt hingegen mehr zur unmittelbaren Gewinnung milderen oder schon gelösteren Gesteines, zur Arbeit in mächtigerem Ausschrame, überhaupt aber für eine untergeordnetere Anwendung, der Keilhaue. —

Die Spitze oder das Oertchen des Eisens, ist nach dem bisher Gesagten, in den Bogen zu legen, welchem die Krümmung des Eisens zugehört, weil sonst bei jedem Schlage eine Seitenprellung erfolgt und diese abzubrechen strebt; indess schreibt man auch hierin bei manchem Bergbaue, wo man überhaupt gerade Eisen für zweckmäsig hält, ausdrücklich vor, dass dieselbe ganz oder ziemlich rechtwinklich gegen das Helm stehen solle; so z. B. bei der märkischen, schlesischen, noch mehr bei den englischen Keilhauen u. a. (Vergl. Karstens Archiv für Bergbau u. s. f. Bd. V. (1822.) S. 285. und Karstens Archiv für Mineralogie u. s. f. Bd. VI. (1833.) S. 99. Taf. II. Fig. 14. Taf. III. Fig. 9. Der Breite des Blattes nach muss die Spitze natürlich allemal in die Mittellinie fallen.

Die Spitze ist an und für sich, wie für alle spitze Gezähe, nicht zu scharf und lang auszuziehen, vielmehr etwas kolbig, in den Seiten etwas gewölbt darzustellen, weil sie ausserdem schnell stumpf wird oder gar abbricht, auch zu tief und nur eindringen würde, ohne auch aus einander zu treiben und zu zersprengen.

Digitized by Google

Die den örtlichen Verhältnissen angemessenste Wölbung der Spitze durch Erfahrung und Beobachtung zu finden, ist Aufgabe der Betriebsvorsteher wie der Häuer selbst; seltener wird jedoch diese Wölbung auf allen vier Seiten, als vielmehr nur auf der oberen und unteren gegeben, wo sie auch hinsichtlich der Festigkeit am nöthigsten, wenigstens ist sie hier meist gröser, als auf den andern beiden Seiten, welche sich allmälig zusammenziehen; endlich ist sie wieder auf jenen — der oberen und unteren Seite — zwar zuweilen gleich, öfter aber auf der oberen gröser, als auf der unteren, wodurch die Spitze wieder eine von der wahren Mittellinie des Eisens nach unten abweichende und zwar mehr nach unten gerichtete Lage bekommt in der sie einem Bogen von kleinerem Halbmesser zugehört. Vornehmlich ist diess der Fall bei denen, welche auf der inneren Seite ganz oder fast gerade und nur auf der äusseren gekrümmt sind; so Taf. II. Fig. 11. Taf. III. Fig. 16. theilweis aber auch bei ganz geraden, wie Taf. II. Fig. 12. 13. 14. Taf. III. Fig. 10.

Endlich aber haben viele Keilhauen, besonders für Kohlen, vom Oehr an auf den grösten Theil der Länge einen ziemlich unveränderten Querschnitt und sind nur auf die letzten 3—4 Zoll zu einer Spitze ausgezogen, deren zwei obere Kanten für das Schrämen besonders scharf gehalten werden müssen.

Der entgegengesetzte Fall tritt bei jener mangelhaften Einrichtung ein, wo die Spitze ziemlich oder ganz in der oberen Seite liegt wie Taf. II. Fig. 15. Taf. III. Fig. 8.

In seltenen Fällen, wenigstens mit bewusster und verstandener Absicht, ist die Spitze ganz scharf ausgezogen, so insbesondere bei den Keilhauen — mehr Schrämhämmern — bei Steinsalzbergbau, welche wesentlich zu enger Schramführung in dem festen Steinsalze bestimmt sind, wo sie ausserdem nach schnell erfolgter Abnutzung der äussersten Spitze, wenig mehr wirken würden. Diese scharfe Spitze zeigt schon die bei dem Steinsalzbergbaue zu Dieuze in Frankreich (Dep. de la Meurthe) gebrauchte Keilhaue, Taf. III. Fig. 7. noch mehr das in Berchtes-

gaden, Hall, Wieliczka u. a. O., nur von verschiedener Gröse, angewendete Haueisen Taf. III. Fig. 15., bei welcher Gewinnung theilweis, sogar, so z. B. in Wieliczka, und Dieuze, gegen die eigentlich für bergmännisches Gezähe allgemein gültige Regel: dasselbe nur durch den Hammer zu schärfen, das Eisen von den Häuern selbst während der Schicht auf Schleif- und Wetz-Steinen geschliffen wird, um ihm eine feinste Spitze zu ertheilen (Vergl. J. N. Hrdina, Geschichte der Wieliczkaer Saline, Wien 1842. S. 180. und Annales des mines. 3. ser. t. VI. (1834.) S. 148.)

In entgegengesetzter Weise giebt man zuweilen dem Oertchen gar keine wirkliche Spitze, sondern lässt es mit einer etwa ⅛ Zoll ins □ breiten Fläche endigen, dem sogenannten Blättchen, — so z. B. bei dem Steinkohlenbergbaue bei Dresden, s. Taf. II. Fig. 12. — indem dort, bei dem Verschrämen wie der Gewinnung der Kohlen, eine scharfe Spitze tief eindringen aber nicht die Kohlen absprengen — spänen — daher nicht genug fördern würde, wesshalb man sogar die nach und nach sich von selbst schärfende Spitze von Zeit zu Zeit absichtlich abstumpft.

Ueberhaupt sind für an und für sich mildere Massen zu scharfe Spitzen nie sehr förderlich, da sie eben unnöthig tief und dennoch, ja eben dadurch, wirkungslos in die Masse eindringen würden, während gegentheils in manchen dergleichen Massen, z. B. Braunkohlen, die Spitze sich durch den Gebrauch selbst schärft.

Ebenso unzweckmäsig würde andererseits natürlich, der geringeren Dauerhaftigkeit wegen, eine sehr scharf ausgezogene Spitze, bei dem meisten festen Gestein seyn, so weit überhaupt auf solchem Keilhauenarbeit Anwendung findet.

Von grosem Einflusse ist gleichzeitig, wie ebenfalls bei allem Gezähe, der Grad der Härtung des Oertchens. Ist dieser zu hoch, so bricht die Spitze desto leichter ab, ist er zu niedrig, so wird sie desto eher stumpf; jedoch richtet sich die absolute Gröse der Härte ebenfalls nach der Festigkeit des Gesteins; für feste Massen härtet man

Digitized by Google

meist den Stahl bis zum Blauanlaufen, für mildere bis zum Gelbanlaufen.

Das Verstählen des Blattes an und für sich kann übrigens auf verschiedene Weise erfolgen, meistentheils so, dass ein 2 bis 3 Zoll langes Stahlblättchen entweder an das vorn schräg verschnittene Eisen schief angelegt, oder in das der Höhe nach gespaltene Eisen eingelegt und so angeschweist wird, wie Taf. II. Fig. 13. darstellt, letzteres ist durchgängig die haltbarere und daher bessere Weise.

Statt der Spitze bekommt die Keilhaue zuweilen auch eine Schärfe, wodurch sie freilich ihren eigentlichen Character schon verliert und entweder, wenn diese Schärfe rechtwinklich gegen das Helm steht, wie Taf. III. Fig. 2. in eine Breithaue, oder, wenn erster in die Richtung des Helmes fällt, wie Taf. III. Fig. 3. in eine Axt übergeht; beide gehören vorzugsweise dem Braunkohlenbergbaue zu, — die dargestellten dem bei Voitsberg und Lankowitz in Innerösterreich, (Vergl. Jahrbuch der montanistischen Lehranstalt zu Vordernberg — Jahrgang 1841. Grätz 1842. S. 84.), wie denn schon gewöhnliche Aexte zur Gewinnung von bituminensen Holze als Hülfsgezäh nicht selten und auch nicht ungeeignet, angewendet werden. Die breitliegende Schärfe wird, bei Braun- und Stein-Kohlen wesentlich zur Arbeit auf mildem und mächtigeren Ausschrame angewendet.

Noch verschiedener als die genannten sind die absoluten Maasgrössen, Breite (oder Stärke,) Höhe und Länge des Blattes. Die Gröse des Querschnittes und die Länge müssen natürlich zu einander, so wie diese beiden wieder zu dem beabsichtigten Gewichte, in einem richtigen Verhältnisse stehen.

Die Art und Weise der Führung der Arbeit nebst der Festigkeit des Gesteins geben die wesentlichsten Grundverhältnisse ab. Je mehr die Keilhaue für festes Gestein, besonders zum Herauswuchten gröserer Bruchstücke einer festen, aber an und für sich, oder durch eine vorhergegangene Arbeit zerklüfteten Massen bestimmt ist, desto höher und meistens auch stärker, muss sie im Eisen seyn.

Digitized by Google

Die Breite oder Stärke der einfachen Keilhaue wechselt von 1¼ — ja, in einzelnen Fällen 1½ — Zoll, bis ½ Zoll, die Höhe von 2½, ja 3 Zoll bis 1 Zoll; erstere darf nur nie zu gering werden, damit sich das Blatt nicht biegt, was bei der Höhe, bei nur einiger Berücksichtigung der Erfordernisse, ohnehin nicht zu fürchten ist; wie schon oben erwähnt wurde, ist eine grösere Höhe geeignet den Mangel einer angemessenen Krümmung des Blattes innerhalb gewisser Grenzen zu übertragen.

Die Länge steht, wie schon angedeutet, in der Regel zu dem Querschnitte in geradem Verhältnisse. Eine grösere Länge bedingt auch einen gröseren Querschnitt, besonders aber eine mehrere Höhe — in deren Richtung die Keilhaue am meisten zu widerstehen hat, — wenn sich dieselbe nicht biegen soll, und wenn hie und da auch hiervon abgewichen wird, schwache und niedrige Keilhauen grose Länge haben, so kann diess nur nachtheilig seyn.

Zu allen Arbeiten, welche eine grösere Kraftäusserung gestatten oder erfordern, so z. B. zu der Gewinnung auf Gängen, zum Nachreissen von Dach und Sohle von Flötzen, und Gewinnung der ganzen Masse durch die Keilhaue allein, dienen, sofern man überhaupt verschiedene Arten hat, und nicht für alle Arbeiten ein und dieselben benutzt, längere und schwerere, zu denen besonders die eigentlichen Gesteinskeilhauen gehören, und unter denen wieder die Ortskeilhauen verhältnissmäsig leichter sind als die — nach unten zu führenden — Senkerkeilhauen, für Abteufen; zum Schrämen aber kürzere und leichtere, da wo eigentliches Schrämen und Schlitzen oder Kerben unterschieden ist, (wovon weiter unten,) zu letzterem wieder etwas längere und schwerere, als zu ersterem, weil der Hieb in dem minder tiefen Schlitze mit mehr Sicherheit geführt werden kann, während er doch derselben kaum bedarf, daher die Keilhaue mehr Länge und Gewicht bekommen kann, um so mehr, als die Kerbhaue oft auch mit zur Gewinnung selbst benutzt zu werden pflegt.

Uebrigens wird für gleiche Art der Arbeit an und

Digitized by Google

für sich die Länge um so kleiner, die Stärke und das Gewicht gröser, je fester das Gestein ist. Nächstdem bedient man sich leichter Keilhauen zum Abputzen der Kämme, Ausputzen der Schieferkohlen u. s. f. Herkommen und Gebrauch üben indess natürlich auch hierin grosen Einfluss aus.

Die Länge des eigentlichen Blattes der einfachen Keilhaue, mit Ausschluss des Oehres, wächst von 6 bis 16 Zoll, jedoch kommen Fälle vor, wo man noch unter 6, ja bis 4½, ja 4 Zoll herabgegangen, wie z. B. bei der belgischen langgehelmten Schramhaue, der sogenannten *rivelaine,* Taf. III. Fig. 8. und gegentheils bis, ja über 20 Zoll gestiegen ist. Die gewöhnlichste mittlere Länge pflegt 8 bis 12 Zoll zu betragen.

Das Gewicht des ganzen Eisens mit Einschluss des Oehres beträgt 2 bis 6 ℔., fällt jedoch ebenfalls wohl bis 1¼ ℔. und steigt, wenn auch selten bis 8 ℔. und mehr; das durchschnittliche ist 2¼ — 4 ℔.

Zu geringe Länge und Gewicht gestatten natürlich allemal nur die Ausübung eines geringen Kraftmomentes, somit eine geringe Leistung; zu grose hingegen lassen auch da wo die Räumlichkeit den dabei nöthigen freien Aushieb nicht beschränkt, den Hieb in demselben Mase unsicher und schwankend werden, als die Entfernung von Oehr bis Spitze, — als dem Punkte, in welchem das Eisen die Kraft des Armes aufnimmt, bis zu dem durch welchem es solche fortpflanzt — gröser wird, auch die ganze Führung mehr Kraft erfordert.

Von dem Verhältnisse der Länge und des Gewichtes der Keilhaue zu der Länge des Helmes wird bei letzterem gesprochen werden.

Befestigung des Eisens am Helme. Das Oehr muss so eingerichtet seyn, dass es eine feste und zuverlässige Verbindung des Eisens mit dem Helme bewirkt, ersteres in richtiger Stellung gegen letzteres erhält. Vor Allem muss es daher hinreichend stark, lang und übrigens richtig gestaltet seyn, richtig gegen Blatt und Helm stehen.

Hinsichtlich seiner Gestalt wird freilich jenen Erfor-

Digitized by Google

dernissen in der Wirklichkeit in sehr ungleicher Vollkommenheit Gnüge geleistet.

Die mindest zweckmäsige Gestalt des Oehres ist die runde, wie Taf. II. Fig. 11. Taf. III. Fig, 1, 2, 4, 10.

Dieselbe, obwohl schon die älteste — (Vergl. Agricola, vom Bergwerk, Buch VI.) beruht wohl lediglich auf Herkommen und wird gegenwärtig mit Recht immer mehr und mehr gegen richtigere vertauscht.

Bei dieser Form ist nicht nur die Befestigung des Eisens in der richtigen Stellung am schwierigsten herzustellen und zu erhalten, indem es sich leicht drehen kann, sondern es wirkt auch jeder mit der Keilhaue geführte Schlag prellend in der Hand des Arbeiters, endlich muss das ganze Oehr mehr Breite bekommen, daher eine solche Keilhaue zu manchen Arbeiten, z. B. in engen Schrämen, besonders hart an deren Dache und Sohle hin u. s f., sehr untauglich wird.

Zweckmäsiger ist schon die länglich runde Form, oder wenigstens die länglich viereckige, wie Taf. II. Fig. 10. Taf. III. Fig. 9, 11, 12, 15, 18. noch besser diejenige länglich runde, oder vielmehr eiförmige, welche gegen das Blatt hin in eine Schärfe ausläuft, Taf. II. Fig. 12. Die beste Form endlich ist die länglich viereckige oder eigentlich trapezoidale Form, welche nicht nur vorn schmäler wird, sondern auch daselbst in eine stumpfe Kante ausläuft, wie Taf. II. Fig. 13, 14. oft auch zweckmäsig in die eines sphärischen Triangels übergeht, wie in Taf. III. Fig. 1. eine Gestalt, welche sowohl das Prellen verhütet, als auch bei sicherster Befestigung einen grösten Querschnitt des Auges — sonach Helmes — mit geringster Breite vereinigen lässt.

Die lange Axe des Oehres muss natürlich in der Regel in die Mittellinie des Eisens fallen, jedoch setzt man zuweilen die Oehre auch schief an, um beim Schrämen die Keilhaue recht scharf am Dache, nach Erfordern auch auf der Sohle des Schrames hinführen zu können; wie Taf. II. Fig. 12, C. zeigt. Ferner ist das Oehr entweder in seiner ganzen Höhe von gleichem Querschnitte, oder oben weiter als unten, — so besonders das kreis-

Digitized by Google

runde, — obschon auch einige längliche; diess ist am gewöhnlichsten da der Fall, wo das ganze Helm oben stärker als unten gemacht und von oben in das Oehr eingetrieben wird; wovon weiter unten mehr.

Der Nacken des Oehres d. i. der hintere Theil desselben, Taf. II. Fig. 10, 13, 14. Taf. III. Fig. 1. bekommt oft mehr Stärke als der übrige Theil, der Festigkeit überhaupt halber, nöthig hat, wesentlich dann, wenn man sich desselben nach Bedürfniss bedient, um damit zu schlagen; (Keile einzutreiben, Wände, Stückkohlen u. dergl. zu zerschlagen,) oder gegentheils mit einem Fäustel darauf zu schlagen. Er bekommt dann ½, ⅝, ja bei überhaupt grosen und schweren Keilhauen, bis ¾ Zoll Stärke. Zuweilen so z. B. bei den Keilhauen zu St. Etienne, bildet er einen kurzen fäustelähnlichen Ansatz, vorzugsweise zum Schlagen bestimmt, und stellt so schon einen Uebergang in den Schrämhammer — S. diesen — her.

Die Höhe des Oehres ist, ebenfalls des festen Ansitzens wegen, hinreichend gros zu machen. Auch sie richtet sich daher nach dem Gewichte der Keilhaue, möchte nie zweckmäsig unter 2 Zoll herabzuziehen seyn, steigt hingegen bis 2½, ja 3 Zoll. Um bei so hohen Oehren dessen Masse nicht in gleichem Verhältnisse, somit unnöthig, zu vergrösern, ist es schon rathsam nur den Nacken soweit herabzuziehen, die vordere entgegengesetzte Seite hingegen niedriger zu lassen, wie Taf. III. Fig. 5, 6, 18. noch besser aber, wie bei der märkischen Keilhaue Taf. II. Fig. 13, 14., auf dieser vordern Seite noch einen Ansatz, einen sogenannten Bart e anzubringen, welcher eben so tief herabgeht als der Nacken, aber nur unten mit dem Fuse bis auf die anderen beiden Seiten herumgreift.

Im Allgemeinen wird natürlich bei allen Keilhauen mit denen eine geringere Kraft ausgeübt werden soll, sonach besonders bei Schram- und Kerb-Hauen, das Oehr enger und niedriger seyn können.

In der Regel fällt die obere Fläche des Oehres in die Fortsetzung von der des Blattes, doch findet sich wohl auch das Blatt mehr in der halben Höhe angesetzt, wie z. B. Taf. II. Fig. 10. zeigten, was indess schon für das

Digitized by Google

Ausschmieden der Keilhauen, noch mehr für das Schrämen mit solchen, weniger vortheilhaft ist, da solche leicht mit der Stirn im Schrame anstosen.

Eine nicht unerhebliche Rücksicht verdient aber die Art des Ansatzes des Blattes am Oehr, der Breite nach; wie nämlich schon oben angedeutet worden, hat man das Oehr so schmal zu machen und somit so wenig auf den Seiten vorspringen zu lassen, als übrigens mit der Festigkeit vereinbar ist, und dies um so mehr, je engerder Raum ist, in welchem die Keilhaue geführt werden muss; wenn es aber einmal der geringen Breite des Blattes nach auf den Seiten vorspringen muss, so sind wenigstens alle plötzliche Absätze zu vermeiden und in allmälige Uebergänge und Verflächungen zu verwandeln, wie diess Taf. II. Fig. 13, 14. und schon 12. zeigt, wenn man nicht lieber durch schiefes Ansetzen des Oehres den Absatz ganz und blos auf die eine Seite bringen will, von welcher Einrichtung schon oben eine Andeutung gegeben wurde.

Im Uebrigen steht das Blatt im Ansatzpunkte allemal rechtwinklich gegen die Axenlinie des Oehres, es mag dasselbe weiterhin gekrümmt oder gerade seyn, auch die Hauptrichtung des Helmes wirklich mit der des Oehres übereinstimmen, wie in der Regel, oder letzteres eine andere Stellung annehmen, wie in Ausnahmsfällen; wovon später.

Das Helm ist, nachdem was früher bei den Wegfüllarbeiten §. 5. S. 55 als für alle Gezähe gültig, bemerkt wurde, von Eschen-, Jungeichen- oder Buchen- überhaupt einem festen zähen Holze. Zu den zähen Holzarten gehört nun allerdings die Buche nicht, da sie, besonders in abwechselnder Nässe und Trockenheit sehr schnell brüchig wird, doch wird sie bei manchem Bergbaue, so z. B. dem märkischen Steinkohlenbergbaue, (zufolge v. Dechen in Karstens Archiv für Bergbau- und Hüttenkunde Thl. V. (1828) S. 287.) der Eiche vorgezogen, weil sie weniger in der Hand brenne, wogegen man an anderen Orten Eichenholz vorzieht, weil es der Fäulniss am besten widersteht. — Am zähesten, dauerhaftesten und auch fast am wenigsten in der Hand

9*

Digitized by Google

brennend ist das Eschenholz. Ausserdem wendet man auch Hasel- sogar Birken-Holz an. Das Helm muss glatt seyn, besonders wenn es bei der Führung der Keilhaue in der Hand spielen soll.

Der Querschnitt desselben ist bei den älteren Constructionen ebenfalls kreisrund und auch dieser der mindest gute, weil solche Helme weniger fest in der Hand zu erhalten möglich sind, vielmehr sich am leichtesten drehen; weit besser ist daher der länglich runde, gewöhnlich durch Abstumpfung der Kanten eines länglich vierseitigen gebildet.

Wie schon erwähnt wurde, wendet man oft, besonders kreisrunde, Helme von abnehmender Stärke an, und befestigt bei diesen das Oehr am stärkeren Ende, so dass das schwächere unten steht.

Im Mansfeldischen liebt man dagegen Helme, welche unten etwas stärker als in der Mitte sind, um sie nicht so leicht aus der Hand ziehen zu lassen, (also ein Ersatz des Hakens am Helme der Kratze (s. Wegfüllarbeiten §. 9. S. 67 (Taf. I. Fig. 8., obschon man diesen Haken selbst sammt der mit ihm gemeinschaftlich angebrachten Nase, auch wohl auf das Helm der Keil- mehr aber das der Breit-Haue übergetragen hat, wovon bei dieser zu sprechen seyn wird.

Für ein Oehr von länglichem Querschnitte gestaltet man gern den oberen Theil des Helmes ebenso, daher schwächer und länger (breiter,) als den übrigen, welcher weniger Länge und mehr Breite bekommt; jenen Zuwachs von Länge im oberen Theile vertheilt man nun entweder gleichmäsig vorn und hinten, wie Taf. III. Fig. 7. zeigt, was jedoch bei gemeinen Keilhauen seltener als bei Doppelkeilhauen und bei Schrämhämmern vorkommt; (Vergl. Taf. III. Fig. 15. 16.) oder, besser und gewöhnlicher, legt man ihn nur auf die vordere Seite des Helmes, gegen das Blatt zu und dann so, dass er in den oben angegebenen stumpfen Winkel des Oehres fällt (so Taf. II. in Fig. 10. 13. 14.)

Dieser bis auf 6 bis 8 Zoll Länge am Helme hinablaufende Ansatz bildet dann den sogenannten Kropf g, welcher noch ausserdem beim Schärfen und Ausschmieden

Digitized by Google

der Keilhaue sehr nützlich ist, indem er das nicht abgezogene Helm vor dem Verbrennen schützt.

Auf Helme dieser Art, überhaupt auf alle oben stärkere, steckt man natürlich das Eisen der Keilhaue allemal von oben auf.

Die Stärke des Helmes ist nicht gröser zu machen als dass man letzteres noch gut mit der Hand umspannen kann, daher höchstens 2 Zoll, welche runde Helme zuweilen erreichen; oft bekommt der Querschnitt nur 1¾ bis 2 Zoll Länge, 1 bis 1½ Zoll Breite, — wobei natürlich eine zu geringe Breite ebenfalls keinen guten Angriff gewährt. Im Oehr hingegen ist es allemal zweckmäsig, die Länge gröser, die Breite kleiner zu machen, sofern dasselbe nicht ganz rund ist.

In einzelnen Fällen, welche jedoch bei Keilhauen ebenfalls seltener sind als bei Schrämhämmern, hat man ganz schwache biegsame Helme von wenig über 1 Zoll Gesammtstärke.

Die Länge des Helmes richtet sich sehr nach der Art der Arbeit, die mit der Keilhaue zu führen ist und nach der Länge und dem Gewicht der ersteren, welche jener entsprechen. Im Allgemeinen ist davon auszugehen: dass, je länger das Helm, desto leichter die Keilhaue flattert, desto weniger sicher der Hieb ist, während das grösere Gewicht der Keilhaue mit gröserem Momente wirkend, den Arbeiter viel mehr ermüdet; daher wendet man für schwere Keilhauen, auf festerem Gesteine kürzere Helme, für übrigens leichtere Eisen auf mildem Gesteine, zum Schrämen längere, für letztere Arbeit freilich soweit nöthig und zweckmäsig, auch kürzere Helme an.

Eine Ausnahme bei den Gesteins- und überhaupt den zur wirklichen Gewinnung dienenden Keilhauen wird übrigens in dem Falle eintreten, wo ein so gut als unbeschränkter Raum, die Führung einer schweren Keilhaue mit ganz freiem Aushiebe mit vollem Arme, aus der Achsel, gestattet, in welchem Falle ebenfalls Helme, welche in geradem Verhältnisse mit dem gröseren Gewichte länger, an ihrem richtigen Orte sind.

Die absolute Länge des Helmes bei einfachen Keil-

Digitized by Google

hauen wechselt von 24 bis 36 Zoll, selten ist sie gröser, bis 42, ja 48 Zoll, letzteres nur bei Schramhauen.

Von der Stellung der Keilhaue gegen das Helm ist schon oben wiederholt bemerkt worden, dass das Eisen im Ansatze an das Oehr rechtwinklich gegen die Längenaxe des Helmes stehen muss, mag es übrigens bogenförmig oder gerade gestaltet seyn; übrigens wurde auch schon erwähnt, dass, sonderbarer Weise, hie und da, besonders bei geraden Schlitz- und Kerb-Hauen sogar eine rechtwinkliche Stellung des Oertchens gegen das Helm vorgeschrieben wird.

Desshalb ist auch das Helm durchgängig gerade.

Eine Ausnahme von dieser Regel bildet die ebenfalls schon oben erwähnte, schräge Stellung des Eisens gegen das Helm, welche, an und für sich unpassend, angewendet wird, um die Winkel der Schräme schärfer ausarbeiten zu können. — Um aber für diesen Zweck nicht besonders geschmiedeter unter einem stumpfen Winkel an das Oehr angesetzter Keilhauen zu bedürfen, bedient man sich der gekröpften Helme, wie Taf. III. Fig. 4., an welche ein gewöhnliches Eisen angesetzt werden kann, indem der oberste Theil des Helmes die dem Oehre entsprechende, gegen das Eisen rechtwinkliche Richtung hat, der übrige, untere, eine von demselben abweichende, mit dem Eisen einen stumpfen Winkel bildende.

Auf eine andere Weise ist dieser Grundsatz in Taf. II. Fig. 15. und Taf. III. Fig. 8. 17. durchgeführt.

Das Befestigen der Keilhaue am Helme wird, wie bei allen eigentlich bergmännischen Gezähen: Bestecken genannt.

Diese unmittelbare Befestigung erfolgt da wo die Keilhaue ein viel gebrauchtes Haupt-Gezäh ist, entweder lediglich durch scharfes Eintreiben des Helmes in das Oehr oder durch 1 bis 2 flache hölzerne, auch wohl eiserne Keile, welche man nach erfolgtem Aufstecken des Oehres auf das Helm von oben in die Stirn des letzteren ein, somit den am Oehr steckenden Theil auseinander treibt.

Eine andere Befestigungsweise ist die durch sogenannte Federn, s. Taf. III. Fig. 5, 6., welche allein

Digitized by Google

oder noch neben den Keilen angebracht werden. Diess sind schmale Schienen von schwachem Bandeisen h, welche oben in einen breiteren zu beiden Seiten vorspringenden Kopf auslaufen. Diese Schienen treibt man, entweder nur eine, auf der vorderen Seite gegen das Blatt zu, oder noch eine zweite auf der Rückseite, von oben zwischen Oehr und Helm ein, so dass ihr breiter Kopf auf beiden Seiten über das Oehr übergreift und dieses fest hält.

Die Schienen bestehen entweder nur ganz einfach aus geraden 6 bis 7 Zoll langen dünnen Blättern, welche längst des Helmes herablaufen und mit dem unteren Theile an letzteres angenagelt sind, oder sie spalten sich gegen das untere Ende hin in zwei Flügel (Bänder) i, welche um die Seiten herum gelegt und angenagelt sind. Von diesen kann freilich, nur eine, a, höchstens mit einer anderen geraden b, auf der hinteren Seite, zusammen angebracht werden (s. Taf. III. Fig. 5.)

Zum Ueberfluss legt man auch wohl noch unterhalb der Federn, um das Helm einen eisernen Ring, k.

Eine andere, in Steiermark angewendete Befestigungsweise wird in der Art bewirkt, dass zwar nur vorn, auf der Seite des Blattes, eine Feder h am Helme hinabgeführt, gegentheils aber auch der Nacken des Oehres auf der Rückseite soweit herabgezogen ist, dass durch dessen unteren Theil ein Schraubenstift l durchgezogen werden kann, der sowohl ihn als auch die Feder am Helme befestigt. (Taf. III. Fig. 6.)

Die Befestigung durch Federn ist allgemein nur dann anwendbar, wenn ein öfteres Zerbrechen und dadurch nöthig werdendes Abziehen des Eisens vom Helme nicht so leicht zu fürchten ist, weil sonst dieses und das Neubestecken zu aufhältlich, auch für das Helm zu sehr zerstörend wäre; daher vorzugsweise bei nur vorübergehender und gelegentlicher Anwendung der Keilhaue, obschon sich ihrer auch die Häuer in der Grube und sogar nicht blos zur Gewinnung ganz milder Massen bedienen.

Am brauchbarsten, weil am schnellsten lösbar, dürfte

Digitized by Google

darunter noch die letztbezeichnete Befestigung durch Stift und Mutter seyn.

Eine ganz eigenthümliche Befestigungsweise ist ferner die Taf. III. Fig. 7. dargestellte, welche bei dem Steinsalzbergbaue zu Dieuze in Frankreich gebräuchlich ist. (Vergl. Annales des mines. 3. ser. t. VI. (1834) p. 149.) Weil das derbe Steinsalz fast durchgängig die Keilhauen schnell abstumpft, so dass in einer Schicht viele verschlagen werden, so hat man, um nicht jedesmal die ganze Keilhaue sammt Helm aus der Grube heraus und wieder hinein führen zu müssen, den Ausweg ergriffen, das Blatt von dem Oehre abzusondern und für sich an letzterem zu befestigen.

Das Blatt a bekommt dazu hinten einen Dorn oder Angel m, welcher durch das für immer am Helme bleibende Oehr c, somit auch durch das Helm selbst, hindurch gesteckt und hinter dem Nacken des Oehres durch eine Schraubenmutter n festgehalten wird. Um dabei das Blatt fest und steif am Oehr ansitzen zu lassen, bekommt es vor letzterem noch ein Gestemme o. Bei dieser Einrichtung braucht man sonach nur das Blatt abzuschrauben und auszuführen, während das Helm mit dem Oehre fortwährend in der Grube bleibt und stets zur Aufnahme eines andern Eisens bereit ist. Freilich wird dadurch andererseits die Keilhaue wieder schwerer, und es fragt sich, ob bei höherem Festigkeitsgrade der Masse eine solche Verbindung unwandelbar und standhaft genug ist.

An anderen Orten, wo ebenfalls während jeder Schicht eine grösere Anzahl von Eisen verschlagen werden, wendet man daher das weit einfachere Verfahren an, die Eisen blos auf das Helm aufzustecken und die wieder zu schärfenden abzuziehen, welche entweder sogleich, noch während der Schicht hinaus, (zuweilen nur zu einer in der Grube selbst aufgestellten Schmiede,) und nach Erfordern wieder herein- resp. herzugefördert oder auch bei einem geringerem Verbrauche in jeder Schicht nur bis zum Ende bei Seite gelegt werden; wo dann wohl, wie z. B. in Wieliczka, ein jeder Häuer seinen Bedarf an scharfen Eisen auf eine ganze Schicht in einer Tasche

Digitized by Google

mit sich führt. (Vergl. Hrdina, a. a. O. S. 180.) Oefter noch werden freilich, um den Zeitverlust bei dem Abziehen und Bestecken zu vermeiden, die Keilhauen sammt den Helmen ausgeführt.

Endlich möge noch einer ganz eigenthümlichen Art von Keilhauen gedacht werden, welche unter dem Namen rivelaine (auch dem allgemeineren Gattungsnamen haveresse,) bei dem belgischen Bergbaue von jeher in Gebrauch ist; ihre einzige Bestimmung ist das Hauen tiefer und enger Schräme.

Bei ihr (S. Taf. III. Fig. 8.) bestehen Blatt a und Helm f aus einem einzigen Stücke, von Eisen, beide etwa ½ Zoll stark; am unteren Ende ist das Helm entweder gleich zum Angriffe wird geschmiedet, oder es läuft in einen Dorn aus, an welchem ein hölzerner Handgriff c angesteckt. Das kurze Blatt a steht ebenfalls schräg gegen das Helm und trägt die Spitze am äusseren Ende. Die ganze Länge des Helmes beträgt 3, 4 ja bis 6 und 7 Fus, das Gewicht 5 — 6 ℔.

Mit grosem Nachdrucke mag freilich diese Keilhaue nicht geführt werden können, weil das Gewicht zum gröseren Theile im Helme liegt, daher sie mehr nur bei mildem Ausschrame anwendbar ist; desshalb sind auch die bei anderem Bergbaue, z. B. in Saarbrücken damit angestellten Versuche nicht günstig ausgefallen, sowie sie auch schon bei Mons und Lüttich nicht angewendet wird. (Vergl. v. Oeynhausen und v. Dechen: über den Steinkohlenbergbau in England, in Karsten Archiv für Mineralogie u. s. w. Thl. VI. (1833) S. 99.)

§. 10. Die Doppelkeilhaue, (der Schneidehammer, das Schroteisen, der Zweispitz, der Punn, bei dem englischen Bergbaue mandrilo, pille.) (Taf. III. Fig. 9 — 13.) unterscheidet sich, wie es schon im Namen liegt, von dem einfachen dadurch, dass das Blatt nicht blos nach einer, sondern auch nach der anderen Seite des Helmes und Oehres verlängert ist und somit in zwei Spitzen endigt.

Sie wird nur in England häufig, ausserdem, wenigstens

Digitized by Google

bei dem eigentlichen Bergbaue, in Deutschland und Frankreich, nur hie und da angewendet.

Diese im Wesentlichen mehr auf Herkommen beruhende, jedoch aller Wahrscheinlichkeit nach sehr alte, Einrichtung gewährt den Vortheil eines vollkommenen Gleichgewichtes des Eisens zu beiden Seiten des Helmes, welches besonders bei mehr söhliger Führung derselben von Einfluss ist, während bei der einfachen Keilhaue das Gewicht des Eisens nur auf einer Seite des Helmes lastet und somit das Eisen tiefer herabzieht und aus der Richtung bringt, obschon diess um so weniger von Belang, je leichter die Keilhaue an und für sich ist. Ein anderer Vortheil liegt aber darin, dass man das Eisen nur halb so oft zu wechseln braucht, weil, wenn die eine Spitze abgestumpft — verschlagen — ist, zunächst noch die andere verwendet wird. Endlich haben dergleichen Keilhauen auch einen gröseren Zug als einfache. — Ein Mangel derselben ist dagegen, dass bei der Handhabung derselben in engeren Räumen, besonders engen und niedrigen Schrämen, die hintere Spitze leicht anstöst, gegentheils in unbeschränktem Raume bei freiem Aushiebe und vollem Schwunge sogar den Arbeiter selbst beschädigen kann.

Ein wesentlicher Vortheil liegt sonach in dieser Keilhaue nicht.

Die Regeln für die Construction der einzelnen Theile derselben sind dieselben, welche bei der einfachen Keilhaue, als für alle derartigen Gezähe allgemein gültig, aufgezählt worden sind. Das Eisen ist öfters ganz gerade, zum mindesten in der unteren Seite, zuweilen auch gekrümmt, vier- oder auch achteckig. Die Spitzen liegen in dieser, wie Taf. III. Fig. 10. oder in der Mitte der Höhe, wie Taf. III. Fig. 9. 11. 12., oder endlich gar auf der oberen Seite des nach aussen gekrümmten Eisens wie Taf. III. Fig. 13. worauf schon oben (S. 122) Bezug genommen, sowie auf das Unvortheilhafte dieser Gestaltung hingewiesen worden ist.

Ebenso sind diese Doppelkeilhauen entweder wirklich spitz, wie Taf. III. Fig. 9. 10. 11., oder sie laufen in schmale,

Digitized by Google

nur etwa 3/4 Zoll breite Schneiden aus, welche rechtwinklich gegen das Helm stehen, wie Taf. III. Fig. 12. 13.

Diese Doppelkeilhauen werden meistentheils nur zum Schrämen und Schlitzen angewendet, weniger wirklich zur Gewinnung, obschon hier und da, auch dazu.

Sie haben durchschnittlich kein gröseres Gewicht, als die einfachen Keilhauen für gleiche Bestimmungen, denn obgleich sie 16, 18, 20 ja, mehr Zoll Länge bekommen, so sind sie doch dagegen meist niedriger, insbesondere schwächer als letztere. Ausnahmen, zur Gewinnung bestimmt, kommen ebenfalls vor, wie z. B. in der Taf. III. Fig. 13. dargestellten, sowie bei der Gesteinskeilhaue Taf. III. Fig. 11. obschon letztere der Gestalt und wohl auch der Anwendung nach mehr nur einen doppelten Berghammer bildet.

Ebenso ist die Länge des Helmes der von den einfachen mehrentheils gleich; auch hiervon zeigt eine Ausnahme die in England öfters gebrauchte Picke, Taf. III. Fig. 12. von deren unvortheilhaft starker Krümmung schon oben gesprochen worden, und welche an sich leicht und mit nur kurzem Helme versehen, auch zur Führung mit einer Hand bestimmt und geeignet ist.

§. 11. Der Schrämhammer, Spitzhammer, Berghammer, das Haueisen, Knappeneisen, der Czakan. Taf. III. Fig. 14—17. gehört ebenfalls ganz in die Classe der Keilhauen, von denen er sich in seiner ursprünglichen Einrichtung wesentlich nur dadurch unterscheidet, dass das Eisen rückwärts und jenseits des Helmes ebenfalls verlängert ist, so zwar, dass dessen eines Ende einen Spitzkeil, a, das andere ein Fäustel b, ebenfalls mit verstählter Bahn bildet, welches letztere sonach an der Stelle des zweiten Blattes bei der Doppelkeilhaue steht.

Der Zweck und Nutzen dieser Einrichtung ist ebenfalls

1) das Gleichgewicht zu beiden Seiten des Helmes herzustellen, 2) ein Fäustel mit einer Bahn zum Schlagen zu erhalten, 3) das Gewicht der ganzen Keilhaue

Digitized by Google

ohne unvortheilhafte Vergröserung des Querschnittes zu vermehren.

Auch für die Construction des Schrämhammers bleiben die allgemeinen Regeln hinsichtlich der Krümmung, des Querschnittes, der Gestalt und Stellung des Oertchens u. s. f. natürlich dieselben wie für die Keilhaue, wie denn auch manches hie und da unter dem Namen Gesteinskeilhaue vorkommende Gezäh nur ein Schrämhammer ist; wie z. B. die bei dem englischen Kohlenbergbaue, Taf. III. Fig. 17., manche Keilhaue wenigstens durch eine angesetzte Verstärkung des Nackens die Grundlage zu dem Schrämhammer in sich trägt, wie diess schon oben S. 130 z. B. von den Keilhauen zu S. Etienne bemerkt wurde.

Der eigentliche Schrämhammer, Taf. III. Fig. 14. wenig gekrümmt, mit vierkantiger Spitze, die Kanten theilweis, wenigstens im Fäustel, verbrochen, wird vorzugsweise bei Gangbergbau, in Sachsen, auf dem Harze, (dort unter dem Namen Berghammer) u. a. a. O. und zwar wie es sein Name sagt, wesentlich zum Schrämen, selbstständig oder mit dem Schrämspiese zusammen, auch in Gröse und Gewicht verschieden, angewendet, wovon weiter unten mehr.

Ganz selbstständig angewendet tritt er als **Haueisen**, **Knappeneisen**, **Hakan**, bei dem Steinsalzbergbaue in Berchtesgaden, Hall, in Siebenbürgen, Wieliczka, auf, sowohl zum Verschrämen, als auch zur wirklichen Gewinnung angewendet; S. Taf. III. Fig. 15. hier vorzugsweise mit vierkantiger, lang ausgezogener scharfer Spitze; als **Berghammer** endlich, theils für sich, theils mehr als Hülfsgezähstück für die Hereintreibearbeit, unter Anderem bei dem Bergbaue im Bleiberge bei Commern am Rheine; S. Taf. III. Fig. 17. hier mit ziemlich gleichseitig vierkantigem Fäustel, jedoch mit hohem, schmalen Blatte a in dessen oberer Seite die Spitze liegt. (Vergl. v. **Oeynhausen** und, v. **Dechen**: der Bleiberg bei Commern, in **Karstens** Archiv für Bergbau und Hüttenkunde Thl. IX. (1825.) S. 82. Die bei dem spanischen Bergbaue, so z. B. in der Sierra Almagrera gebräuchlichen Schrämhämmer, haben ein 16 Zoll langes etwas gekrümm-

Digitized by Google

tes Eisen, dessen Bahn am anderen Ende, bis 3 Zoll Seitenbreite besitzt, sie werden mit beiden Händen an einem runden aber so kurzen Helme geführt, dass kaum die Hände daran Platz haben.

In die Classe der Schrämhämmer gehört auch der sogenannte Wetzkopf, mit runder Bahn, welcher bei der Gewinnung der Basaltlava zwischen Mayen und dem Laacher See jenseits des Rheines, — behufs der Benutzung zu Mühlsteinen — gebraucht wird. (Vergl. Karsten Archiv für Bergbau u. s. f. Thl. XVII. (1828.) S. 413.)

In seltenen Fällen und zwar für milden, mächtigen Ausschram, wird die Spitze in eine 1 bis 1½ Zoll breite, gegen das Helm rechtwinklich oder auch demselben parallel stehende Schneide umgewandelt. Zu letzterer Art gehört auch der bei dem Salzbergbaue in Siebenbürgen (Kapnik) angewendete Czakan; derselbe läuft an dem einen Ende in die gewöhnliche, sehr scharfe Spitze, am anderen in eine stumpfe, nur 3½ Zoll hohe Schneide aus, die sowohl als solche, als auch als Bahn zum Eintreiben von Keilen dient (S. W. G. C. Becker, Journal einer bergmännischen Reise durch Ungarn und Siebenbürgen. Thl. II. Freiberg, 1816. S. 130.) Eine Vergleichung dieser Gestalt mit der von alterthümlichen römischen Werkzeugen, von ähnlicher Bestimmung, wie dergl. z. B. in Montfaucon l'antiquité expliquée t. III. Paris, 1719, pl. 189. dargestellt sind, führt, unter Berücksichtigung des grosen Gewichtes, welches die Keilhauen bei dem alten römischen Bergbaue gehabt haben sollen, (s. oben Keilhauenarbeit §. 4. S. 109) zu der, wohl nicht sehr gewagten Vermuthung, dass jene Form des Czakans die der alten Keilhauen gewesen seyn dürfte, in der allein sich nöthigenfalls ein so groses Gewicht vereinigen lassen und welche sich noch in obengenannten Gegenden erhalten haben könnte.

Das Helm steht bei allen Schrämhämmern nicht in der Mitte der Länge, sondern theilt das Eisen in zwei sehr ungleiche Theile, in der Art, dass das Fäustel kürzer ist, zuweilen nur einen kurzen Ansatz bildet, weil

Digitized by Google

der Spitzkeil immer die Hauptsache bleibt; Das Oehr tritt schon wegen der ganzen Gestalt und der an und für sich gröseren Breite des Eisens, überdem um letztere nicht unnöthig zu vergrösern, meistens mehr in die ganze Masse zurück, und es bleibt nur die der Oeffnung des Auges zugehörige Ausbauchung übrig. Ausnahmen bilden Gestalten, wie Taf. III. Fig. 10. mit hohen schmalen Blättern.

Das Helm erhält höchstens die mittlere Länge des der Keilhauen, öfters bleibt es unter solcher zurück, vornehmlich bei eigentlichen Schräm- und den leichteren Berg-Hämmern für den Gangbergbau, die manchmal oder immer einhändig geführt werden müssen.

Gröse und Gewicht des Schrämhammers sind sehr verschieden; bei den letzt genannten beim Gangbergbaue angewendeten hat das Eisen 8 bis 9, ja wohl nur 6 bis 7 Zoll Länge am Oehr; 1¼ bis 1½ Zoll Breite und Stärke und 2½ bis 5 ℔. Gewicht, jedoch wächst letzteres schon bei dieser Art wohl bis zu 5 bis 7 ℔., ja bei den grösten, bis zu 9 bis 12 ℔.; noch öfter ist diess der Fall bei Gewinnungen anderer Art, wie z. B. der obenerwähnte Wetzkopf bei 10 bis 12 Zoll Länge und 2 Zoll Durchmesser der runden Bahn 12 bis 14 ℔.; ebenso der beschriebene Czakan in Kapnik bei 10 bis 11 Zoll Länge, bis 14 ℔. Gewicht, dazu freilich im Oehr über 2 Zoll Breite und noch mehr Höhe hat.

Gegentheils haben sie freilich eben auch bei dem Salzbergbaue an anderen Orten in Siebenbürgen nur 3 ℔., in Wieliczka nur 4 bis 5 ℔. Gewicht. (Vergl. u. a. J. C. v. Fichtel, Geschichte des Steinsalzes u. s. f. im Grosherzogthum Siebenbürgen, S. 113. und Hrdina Geschichte der Wieliczkaer Saline, S. 180.)

Die Länge des Helmes des eigentlichen Schrämhammers, steigt selten über 16 bis 18 Zoll, höchstens bis 20 Zoll, fällt hingegen wohl bis auf 14; aber auch für die schwerere wächst sie wie schon angedeutet wurde, nicht wohl über die mittlere der Keilhauenhelme, nämlich 24 bis 30 Zoll, obschon auch hie und da leichte Schrämhämmer sehr lange Helme bekommen und gegentheils lange

Digitized by Google

und schwere dergl. sehr kurze, je nach Oertlichkeit und Herkommen; wie z. B. bei dem Bleibergbaue bei Adra und Almeria in Spanien, wegen der Niedrigkeit der Baue die 13 Zoll langen Schrämhämmer (denn diess sind sie ihrer Einrichtung nach,) nur 12 Zoll lange Helme haben. (Vergl. Anales de minast. II. (1841) p. 268. und das oben über die in der zugehörigen Sierra Almagrera angewendeten Gesagte.)

Andererseits kommen bei Schräm- und Berg-Hämmern, noch am öftersten schwache, elastische Helme in Anwendung, ja sogar bei sehr gewichtigen dergleichen, wie z. B. der mehrerwähnte schwere Czakan zu Kapnik an einem 24 Zoll langen nur 1 Zoll starken runden Helme geführt wird, welches desshalb, zum festeren Erfassen, oben gleich unter dem Eisen, sowie am unteren Ende, da wo beim Niederfallen beide Hände zusammen kommen, (s. weiter unten die Arbeit mit der Keilhaue,) mit Werg umwickelt ist.

§. 12. Die Breithaue, Radehaue, oder wie Einige lieber wollen: Rodhaue, (von Roden, Ausroden,) auch Letthaue, Taf. III. Fig. 18. Taf. IV. Fig. 1—5. Ihre ursprüngliche Einrichtung Taf. III. Fig. 18. beruht auf der einer gewöhnlichen Keilhaue, jedoch ist sie statt mit einer Spitze mit einer breiten, rechtwinklich gegen das Helm stehenden Schneide versehen. Zu ihr bilden also die S. 126 beschriebenen Keilhauen Taf. III. Fig. 2. 12. 13. den Uebergang.

Dieser Form halber bekommt natürlich auch das ganze Blatt grösere Breite und geringere Höhe, um jedoch dasselbe nicht unnöthig breit und somit schwer werden zu lassen, gleichzeitig auch das Einklemmen und Festsetzen des Eisens in die zu gewinnende Masse zu verhindern, ist der übrige Theil des Blattes schmäler als die Schneide und geht erst gegen das Ende hin in deren gröste Breite über. Noch mehr nähert sich der Gestalt der gewöhnlichen Keilhaue die Taf. IV. Fig. 2. dargestellte, wie solche z. B. auf den Steinkohlengruben bei Dresden in Sachsen zum Schrämen auf mächtigen Lettenlagen angewendet wird, und deren hinten ebenfalls hohes

Digitized by Google

und schmales Blatt sich von ersterer nur dadurch unterscheidet, dass es vorn statt in eine Spitze, in eine $1\frac{1}{4}$ bis $1\frac{1}{2}$ Zoll breite, theils abgerundete, theils auch gerade Schneide ausläuft.

Eine eigenthümliche von Morand (a. a. O. Thl. III. S. 462. Tafel 37.) als bei dem hennegau'schen Kohlenbergbaue gebräuchlich angegebene Form der Breithaue stellt Taf. IV. Fig. 1. dar, bei ihr ist der Hauptkörper des Blattes gleichbreit, aber durch einen schmalen hohen Hals mit dem Oehre verbunden, im Uebrigen ganz gerade, nicht der Länge nach gekrümmt; — eine Form, welche, wenn sie überhaupt noch vorkommt, an und für sich gar keinen Vortheil darbietet.

Der Schneide überhaupt ist in der Regel gerade, doch will man auch hier und da Vortheil in einer schwalbenschwanzförmig ausgeschnittenen finden. (S. Taf. IV. Fig. 3. Noch verschiedener von der obigen ist die Braunkohlenhaue wie solche u. A. bei dem Tummel- und Kuhlen-Baue in der Brühler Revier am Rhein. (Vergl. v. Dechen, Beschreibung des Kuhlen- und Tummel-Baues in dem Brühler Braunkohlen-Revier, in Karsten, Archiv für Mineralogie u. s. f. Bd. III. (1831) S 505.) gebraucht wird; sie sind kurz und breit, und entweder herzförmig, wie Taf. IV. Fig. 4. oder rund wie Fig. 5, beide wenigstens im unteren Theile geschärft. Sie bilden sonach, besonders die erstere, herzförmige, einen Uebergang in die alte Spitzkratze, (vergl. die Wegfüllarbeit, §. 9. S. 69).

Die Breithaue ist vorzugsweise bestimmt und geeignet zum Angriffe milder Massen, wie z. B. Letten, Lehm, Werklaist (in Sinkwerken,) Braunkohlen, (besonders von mehr gleichartiger, weniger holziger Structur,) bei allen wieder mehr zur eigentlichen Gewinnung als zum Schrämen, nur etwa die Fälle ausgenommen wo der Schram in der durchgängig gleichartigen Masse selbst, mit gröserer Weite geführt werden kann, oder überhaupt die sich zum Ausschrame eignende Schicht besonders mild ist; (vergl. was oben S. 143. über die Taf. III. Fig. 2. Taf. IV. Fig. 2. dargestellte Breithaue gesagt ist.)

Digitized by Google

Da die Breithaue sonach, schon ihrer gröseren Breite halber, mit jedem Hiebe mehr Masse fasst, daher eine grösere Kraftanstrengung zu übertragen hat, so ist sie meistens nicht nur an sich gros und schwer, sondern auch wesentlich im Oehr, und hier vorzugsweise im Nacken, stark zu fertigen, weil damit häufig und öfter als mit der Keilhaue geschlagen wird, sowie auch das Blatt in der Nähe des Oehres nicht zu schwach seyn darf, weil damit gewuchtet, die Breithaue als Hebel oder Brechstange angewendet wird; (wovon bei deren Handhabung mehr.)

Der gröseren damit auszuübenden Kraft halber ist aber auch zugleich eine angemessene Krümmung des Blattes um so nothwendiger und ein Verlassen derselben um so nachtheiliger, so dass ihr Nutzen selbst bei den kurzen Braunkohlenhauen nicht übersehen werden sollte.

Die Breite der Schneide ist gewöhnlich 2 bis 2½ Zoll, die Länge des Blattes, 12, 16, ja bis 18 Zoll, das Gewicht 5, 8 und mehr ℔.)

Das Helm, oft nur von rundem, besser aber ebenfalls sowohl im Oehr als auf seine ganze Länge, von länglich rundem oder viereckigen Querschnitte, bekommt sehr häufig eine grösere Länge als bei der Keilhaue und zwar von 36 Zoll, seltener nur 27 — 30, hingegen wohl bis 48 und mehr Zoll, sobald der wenig oder nicht beschränkte Raum einen freien Aushieb gestattet, stärkere auszuübende Kraft aber auch ein gröseres Moment nöthig macht.

Die Bedingungen für diese Verhältnisse, leichtere Gewinnbarkeit der Massen und die darauf begründete Möglichkeit, durch ein derartiges Gezäh grösere Stücke mit einem Male zu gewinnen, sowie andererseits die Unbeschränktheit des Raumes, findet sich am ersten noch bei Lagerstätten vereinigt, die man durch Tagebau angreifen kann.

Das mit dieser Breithaue auszuübende grösere Moment, sowie das Festsetzen des Eisens in der milderen Masse, wie endlich die Handhabung des Gezähes durch Brechen und Wuchten, haben hie und da, an den Helmen, besonders an kürzeren, auch Haken und Nasen wie an den Helmen der Kratzen (vergl. Taf. I. Fig. 8.) anbringen lassen, um das Helm desto fester in den Händen

Digitized by Google

halten zu können, bei einem gleichsam kratzenden und zusammenziehenden Arbeiten nicht aus denselben herausziehen zu lassen.

Diese Einrichtung (welche man sogar an Helmen gewöhnlicher Keilhauen angebracht hat,) ist jedoch blos statthaft, wo ein freier Aushieb mit vollem Schwunge nicht nöthig oder ausführbar ist, weil bei diesem eine unentbehrliche Bedingung für die kräftigste und wirksamste Führung, die ist: dass die beim Ausholen nahe unter dem Eisen fassende rechte Hand, während des Niederfallens, am Helme herab bis auf die linke gleitet, welche dessen unteres Ende erfasst; (s. unten die Handhabung der Breithaue;) was durch eine solche Nase völlig unmöglich gemacht wird.

§. 13. Der Schrämspies, kann als Hülfsgezäh bei der Keilhauenarbeit, jedoch nur dann, bezeichnet werden, wenn er für sich und ohne Mitwirkung eines anderen Gezähes und zwar seiner Benennung entsprechend, zum Schrämen, angewendet wird. Entlehnt ist er der Schlägel- und Eisen-Arbeit, bei welcher von demselben ausführlicher zu sprechen seyn wird. Zur Unterstützung der Keilhauenarbeit besteht er aus einem vierkantigen, in den Kanten, besonders am unteren Ende, verbrochenen, Eisenstabe von ¾ bis ⅞ Zoll Stärke und 30 bis 72 Zoll Länge, welcher aber mit einer verstählten Spitze entweder von gleichem, vierkantigen Querschnitte, oder mit einer breiten, lanzenförmigen, endigt; die letztere scheint minder brauchbar zu seyn als die erste.

Man bedient sich dieses Gezähes zur Nachhülfe in tiefen und engen, auf sehr schmaler Schramschicht geführten Schrämen, in denen man mit der Keilhaue nicht mehr hinter reicht, so z. B. in Belgien, dort also für gleichen Zweck, wie den der oben beschriebenen rivelaine, indem man ihn mit beiden Händen fasst und stosend führt; bei anderem besonders auch Kohlen-Bergbaue zwar in gleicher Absicht, jedoch ihn mehr mit dem Fäustel eintreibend.

Durch diese Art der Benutzung geht übrigens der Schrämspies schon in die Stos- und die Brech-Stange über, als welche er wieder der Hereintreibearbeit zugehört.

Digitized by Google

Zu den Ausnahmen endlich ist die Anwendung des Schrämspieses von Eisen oder öfter selbst nur von hartem, wohl noch durch Brennen gehärtetem Holze, als alleinigen Gewinnungsgezähes zu zählen, welche bei lockeren Massen, sowohl in den frühesten Zeiten als auch selbst noch jetzt bei ungebildeten Völkern statt findet, wie z. B. zufolge Russegger, die Neger an der Grenze von Nubien bei der Goldgewinnung aus den Alluvionen am Flusse Adi, (wie schon oben, Keilhauenarbeit, §. 5. S. 110 in der Anm. angedeutet wurde,) sich eines 1 bis 1½ Fus langen, 1 Zoll starken, spitzen Stockes von hartem Mimosen-Holze, als alleinigen Gezähes, selbst in, obschon wenig tiefen, Schächten und zu deren unmittelbarer Absinkung bedienen.

§. 14. Nicht unerwähnt dürfen endlich die gewöhnlichen Aexte bleiben, deren man sich früher und hie und da wohl noch jetzt, neben der gemeinen Keilhaue zur Gewinnung von bitumineusem Holze und mineralischer Holzkohle, besonders von wenig veränderter Holzstructur, als Hülfsgezäh bedient hat und zu denen eigentlich die oben S. 126 beschriebene steierische Kohlenhaue Taf. III. Fig. 3. mit dem Helme paralleler, wenn auch schmaler Schneide den Uebergang macht (vergl. u. A. Beschreibung des bitumineusen Holz-Bergbaues zu Beuchlitz bei Merseburg, in J. F. Lempe, Magazin für die Bergbaukunde. Thl. VIII. Dresden 1791. S. 99. und: mineralogische Beschreibung des Westerwaldes in den: Beobachtungen und Entdeckungen aus der Naturkunde, von der Gesellschaft naturforschender Freunde zu Berlin. Bd. I. Berlin 1787. S. 62.)

Die Arbeit mit der Keilhaue.

§. 15. Die Keilhaue wird, bei der gewöhnlichen richtigen Handhabung stets mit beiden Händen geführt, so dass die eine — bei aufrechter Stellung des Arbeiters meist die linke, bei liegender hingegen oft auch die rechte — das Helm am unteren Ende, die andere dasselbe höher gegen das Eisen hinauf fasst; bei beengter Räumlichkeit oder sehr kurzem Helme bleiben bei Hände in dieser

Lage, bei gestattetem freien Ausschwunge hingegen gleitet während des Niederfalles der Keilhaue die beim Anheben derselben obenliegende Hand am Helme herab, bis auf die andere, weil auf diese Weise das Anheben am leichtesten, das Niederschlagen mit dem kräftigsten Momente erfolgt.

Ferner muss die Keilhaue, wie jedes scharfe Gezäh, beim ersten Anfange der Arbeit angeführt, d. h. mit gelinden Schlägen behandelt werden, welche nach und nach bis zu dem gehörigen Grade verstärkt werden können. Vernachlässigt man diese Vorsicht, so springt leicht gleich anfangs das Oertchen weg und zwar um so leichter, je schärfer und länger dasselbe ausgezogen ist. Unterstützt wird der Erfolg dieses Anführens durch vorheriges Befeuchten der Spitze. Die muthmasliche Ursache dieser durch die Erfahrung als vortheilhaft bewährten Behandlung dürfte die seyn: dass der beim Härten in seinem Inneren in eine ungleiche und oft übergrose Spannung gebrachte Stahl durch die gelinden Schläge gewissermasen getempert wird, während das Befeuchten vielleicht dadurch wirkt, dass das Oertchen auf dem Gestein leichter abgleiten kann, wenn ein unrichtig geführter Schlag eine Seitenprellung bewirkt die beim Festsitzen ein Abbrechen des Oertchens veranlassen würde.

Die Handhabung muss in sicheren, kräftigen, gleichförmigen Hieben erfolgen.

§. 16. Den gesammten räumlichen Lagerungs- und Gesteins-Verhältnissen zufolge, ist es vorzugsweise Flötz- und Lager-Bergbau, bei welchem die Keilhaue das ausgedehnteste Feld für ihre Anwendung findet, obschon wie natürlich, wieder nach den jedesmaligen besonderen Umständen von verschieden weitem Bereiche; weit weniger bei Gang- und Stockwerks-Bergbau, vornämlich schon der mehrentheils stattfindenden minderen Gebrächheit der Massen halber, welche Gegenstand der letzteren zu seyn pflegen.

§. 17. Die Anwendung der Keilhaue ist eine doppelte

1) zum Einleiten und Vorbereiten der Gewinnung,
2) zur eigentlichen und unmittelbaren Gewinnung selbst.

Digitized by Google

Die erstere Anwendung der Keilhaue ist die bei weitem gewöhnlichste und die ihr am meisten angemessene, indem nur in wenigen besonderen Fällen die ganze Oertlichkeit und Gesteinsbeschaffenheit sich dazu eignen die Gewinnung selbst, durch die Keilhaue allein und ohne eine andere Hülfs- oder Nach-Arbeit verrichten zu lassen.

§. 18. Die Keilhauenarbeit als Vorbereitung besteht in dem sogenannten Schrämen, Verschrämen.

Unter Schrämen versteht man die Herstellung eines verhältnissmäsig engen, mehr oder minder tiefen Einschnittes überhaupt, und hier zwar, in der zu gewinnenden Masse insbesondere.

Der Zweck dieses Einschnittes, Schrames, ist der, in den allgemeinen Vorbegriffen §. 34. S. 45 bezeichnete und für alle Gewinnungsarbeiten geltende: Erleichterung der Gewinnung durch Vermehrung der Anzahl der freien Flächen und zwar gleich im Anfange der Arbeit und auf dem leichtesten und einfachsten Wege; somit Trennung des Zusammenhanges, Aufhebung der Spannung der ganzen Masse.

Es ist desshalb auch das Schrämen nicht blos der Keilhauenarbeit eigenthümlich, sondern gehört allen Gewinnungsarbeiten zu, durch welche man dasselbe überhaupt verrichten kann, also vorzugsweise und im eigentlichen Sinne allen Eisenarbeiten, nur bedingungsweise hingegen der Sprengarbeit, gar nicht dem Feuersetzen.

Die Bezeichnung Schram wird aus obiger Ursache, auch auf jeden verhältnissmäsig engen und tiefen Einschnitt angewendet, welchen man künstlich, wenn auch nicht behufs der Gewinnung von Masse durch derartige Arbeiten darstellt, so insbesondere bei Grundgrabungen aller Art, wo freilich dann, wie schon bei der Sprengarbeit, nicht durch die wirkliche, oft gar nicht geringe Weite des Einschnittes, sondern nur durch seine verhältnissmäsige Tiefe, und durch seine übrige Umgebung demselben der Character eines Schrames ertheilt wird.

§. 19. Das Verschrämen in der allgemeinen Deutung genommen, zerfällt aber wieder in zwei Arten:

Digitized by Google

a) das eigentliche Schrämen, (Lochen,) b) das Schlitzen, Kerben oder Schneiden.

Das eigentliche, vorzugsweise so bezeichnete Schrämen, ist die hauptsächlichste, allgemeinere, das Schlitzen nur die untergeordnetere, beschränktere dieser Arbeiten, die weitere Fortsetzung der ersteren; ersteres kann selbstständig ohne letzteres angewendet werden, — und so geschieht es auch häufig, — niemals aber das letztere ohne das erstere; indem genau genommen, der Schlitz einen grosen Theil seines Characters erst durch das Vorhandensein eines Schrames erhält; (obschon in manchen besonderen Fällen die ganz allein geführten mit dem Namen Schräme bezeichneten Einschnitte, mehr Schlitze sind.)

Das eigentliche Schrämen wird nicht leicht anders als in der Ebene der Lagerstätte, parallel dem Streichen und Fallen derselben, in, oder auch über oder unter dem zu gewinnenden Stose geführt, nur ausnahmsweise etwas von jener Richtung abweichend; wenn aber diese Bezeichnung auf andere, in völlig verschiedener Richtung geführte Einschnitte übergetragen wird, so ist diess ein irriger Sprachgebrauch, auf Unkenntniss oder Nichtachtung des eigentlichen Wesens des Schrames beruhend, obschon es übrigens auf die Arbeit selbst keinen Einfluss hat.

Das Schlitzen dagegen besteht in der Herstellung noch minder weiter und tiefer Einschnitte in dem Angriffsstose, rechtwinklich gegen den Schram, daher vom Dache zur Sohle, deren Zweck die weitere Zertheilung der Masse behufs der Gewinnung ist. —

Da die meisten Flötze ziemlich flach fallen, zum Theil ganz söhlig liegen, so sind auch die meisten Schräme fast oder ganz söhlig, die Schlitze hingegen fast oder ganz saiger zu führen; aber auch bei unregelmäsigen Gesteinmassen, ohne bestimmtes Streichen und Fallen, wird der Schram mehrentheils söhlig geführt, weil diese Lage die Nachgewinnung mehr erleichtert; auf Gängen hingegen wird nach obigem Grundsatze, der Schram, meist, soweit er überhaupt Anwendung findet, eben ihres stärkeren Fallens halber, aufgerichteter zu führen seyn. Eine Ausnahme findet bei einigen mächtigen Steinsalz- u. a. Lagern

statt, wo man sowohl vertikale als horizontale Einschnitte als Schram bezeichnet, wovon weiter unten mehr.

Beide Abtheilungen mögen nun näher betrachtet werden.

§. 20. Das Schrämen. Die richtige Lage und Führung des Schrames ist in jedem Falle auf die ihr folgende Arbeit, die eigentliche Gewinnung, und deren Erfolg von der grösten Wichtigkeit.

Es ist in Rücksicht zu ziehen 1) die Lage des Schrames, in dem anzugreifenden Stose gegen das Nebengestein, gegen dessen Sohle, gegen den Horizont, 2) die Weite des Schrames, 3) die Tiefe desselben.

Die Lage des Schrames. Zunächst und im Allgemeinen wird der Schram in denjenigen Theil der anzugreifenden Masse zu legen seyn, welcher die mindeste Festigkeit besitzt, auch übrigens am gewinnbarsten ist; denn da dieser erste Angriff als der eines noch ganz ungetheilten Stoses, der schwerste ist, so muss man natürlich dazu diejenigen Stellen auswählen, welche denselben am meisten unterstützen und erleichtern. Dergleichen sind vornämlich lettige und gebräche Schichten aller Art; so die Lettenschichten, welche z. B. die Steinkohlenlager in mehrerer oder minderer Mächtigkeit durchziehen; die Letten- und Mulm-Schichten bei Braun- und Erd-Kohlen; die Lette auf dem in Thüringen und Hessen weit verbreiteten Kupferschieferflötze, der Lettenbesteg auf Gängen u. s. f.

Ferner die milden Schichten mächtiger Lagermassen, das aufgelöste Gang- oder selbst Neben-Gestein, welches in diesem Falle der Benutzung vorzugsweise mit dem Namen, Ausschram, belegt wird, eine Bezeichnung, welche natürlich nicht blos auf den durch die Keilhauenarbeit zu gewinnenden Ausschram beschränkt ist, sondern von jedem gilt.

Nur da, wo die Masse durchgängig gleich fest ist, oder die Letten- oder milden Schichten ungünstig, für den genannten Zweck unbenutzbar liegen, legt man den Schram in die ganze Masse hinein; ein Fall, welcher vorzugsweise wieder bei Lager- und Flötz-Bergbau, — weniger leicht bei Gang-Bergbau, — vorkommt, so insbesondere bei Steinsalz, wie in Wieliczka, und bei mäch-

Digitized by Google

tigen Braunkohlen. Dann hat man regelmäsige Schichtungs-Ablosungs-Klüfte, Schlechten, Glätten u. dergl. zu berücksichtigen, auf sie den ersten Angriff zu richten; was übrigens nicht nur auf alle Anwendung der Keilhauenarbeit — nicht blos zum Schrämen, sondern auch überhaupt für alle Gewinnungsarten, insbesondere die unmittelbar mit scharfem Gezäh bewirkten gilt.

Ferner verlegt man, wo irgend möglich, den Schram auf die Sohle, bei Gängen auf das Liegende der Lagerstätte oder des Baues. Man macht dadurch die Masse von unten frei, so dass sie die nachmalige Gewinnung durch ihr eigenes Gewicht unterstützt.

Diese Lage wird vorzugsweise gegeben bei Lagerstätten von minderer Mächtigkeit, hinreichender Festigkeit, und gnügendem Zusammenhalte in sich, wo man desshalb nach Erfordern, selbst im Sohl- oder Neben-Gesteine schrämt, sofern es in der Masse selbst an Ausschram fehlt.

Nicht minder ist die Verlegung in das Sohlen- oder das liegende Neben-Gestein dann zweckmäsig, wenn das Lager bei geringerer Mächtigkeit durchgängig bauwürdig ist und man sich nicht dem Verluste aussetzen will, welcher bei der mit dem Schrämen verbundenen Zerkleinung unvermeidlich ist, vielmehr die Masse in gröseren Stücken erhalten und gewinnen will.

Ein anderes Anhalten für die Lage des Schrames giebt ferner die Mächtigkeit der Lagerstätte überhaupt. Ist letztere mächtiger, somit der ganze Abbaustos höher, so legt man häufig auch den Schram nicht in sondern über die Sohle,

a) weil sonst eine zu grose unterschrämte, und dadurch der Unterstützung beraubte Masse über dem Schrame schweben, leichter von selbst hereinbrechen und dadurch für die Arbeiter, ja, für den ganzen Bau gefährlich werden würde;

b) weil überhaupt in dem unterschrämten, im Uebrigen ungetheilten hohen Stose die Nachgewinnung schwieriger;

c) weil sie häufig schon dadurch unvortheilhafter werden würde, dass die nachfolgende Gewinnung in zu

Digitized by Google

grosen Stücken erfolgt, die man nachmals erst wieder zerkleinern müsste, oder welche gegentheils, je nach Beschaffenheit der Masse, durch das Herabstürzen von der gröseren Höhe, sich selbst wieder zu sehr zertrümmern und so in vielen Fällen, namentlich bei Steinkohlen, im Werthe verlieren würden.

Endlich wird auch nicht selten die Lage des Schrames durch die sonstige Beschaffenheit der Masse bestimmt; besteht diese nämlich

a) aus Schichten von ungleicher Beschaffenheit und ungleichem Werthe im Verkauf und Gebrauch, so legt man wohl auch den Schram so, dass durch ihn selbst diese Abtheilungen von einander geschieden werden und um sie nachmals abgesondert von einander zu gewinnen. Ebenso legt man aber auch den Schram,

b) wenn im Uebrigen die Wahl nicht beschränkt ist, gern in eine minder werthvolle und brauchbare, oder auch ganz unnutzbare Schicht, welche zwischen, unter oder selbst über den freizumachenden und zu gewinnenden liegt.

Auf flach fallenden oder ganz söhligen Lagerstätten gewährt übrigens allemal das Schrämen auf der Sohle des Baues, unter übrigens gleichen Verhältnissen, eine leichtere Arbeit, als wenn es in einer so geringen Höhe darüber erfolgt, dass die Häuer weder in liegender, noch auch in ganz aufgerichteter Stellung, sondern nur in halbliegender, höchstens knieender, arbeiten können.

Höhe (Weite) und Tiefe des Schrames. Von einem ganz allgemeinen Gesichtspunkte aus betrachtet, wird jeder Schram so niedrig — (eng) — und so tief geführt werden müssen als möglich, um bei einer möglichst kleinsten zu gewinnenden Masse, sonach einer geringsten Menge der Arbeit, durch dessen grösere Tiefe auch eine grösere Masse mit einem Male frei zu machen; jedoch haben auf die Bestimmung dieser Tiefe auch noch andere Verhältnisse und Umstände einen wesentlichen Einfluss.

Vor allem a) die Haltbarkeit und der Zusammenhang des Gesteins, insbesondere auch der der Masse

Digitized by Google

mit dem Dach- oder Neben-Gesteine; je gröser diese sind, je fester die zu gewinnende Masse ringsherum angewachsen, je weniger sie durch mehr oder minder offene Klüfte in sich und von dem Nebengestein gesondert ist, desto eher, und mit desto geringerer Gefahr kann man es wagen einen tiefen Schram zu führen, eine desto grösere Masse mit einem Male frei zu machen.

Bei der entgegengesetzten Beschaffenheit, leichter Ablösung durch Klüfte oder geradezu gröserer durchgängiger Gebrächheit und bei dadurch bedingter gröserer Druckhaftigkeit der ganzen Lagermasse, würde ein tiefes Schrämen noch insbesondere dadurch schwieriger und unzulässiger werden, dass, um ein solches zu ermöglichen, der Schram durch Nachtreiben vorn erweitert (erhöht) werden muss, damit die Arbeiter nachrücken, dem Stose näher kommen können, indem sie sich in den Schram hineinlegen, (stellen,) was freilich unter jenen Umständen sehr gefährlich seyn würde.

b) Das Vorkommen von Systemen paralleler Klüfte, Lettenschmitze u. dergl., welche die Lagerstätte in regelmäsigen Wiederholungen durchsetzen und mit welchem man den Stos parallel hält, daher auch bis an sie verschrämt wird, wovon später mehr; endlich

c) die Festigkeit, und

d) die Mächtigkeit sowohl des ganzen Lagers als auch insbesondere desjenigen Theiles desselben, in welchem der Schram geführt wird und werden kann.

Je fester das anzugreifende Gestein, desto schwerer ist es natürlich den Schram tief zu führen, weil auf eine grösere Tiefe — also grösere Entfernung des Angriffstoses von den Händen des Arbeiters, — der Hieb nur mit minderer Sicherheit und Kraft geführt werden kann, als jene Festigkeit erfordert, während dieser Anspruch bei gebrächerer Masse weit geringer ist; je fester aber das Gestein, desto niedriger, enger, sucht man den Schram an und für sich zu halten, um den ersten schwersten Angriff nur auf den nöthigsten kleinsten Flächenraum zu beschränken, welche geringere Höhe oder Weite aber wieder ein tiefes Schrämen, aus der eben erwähnten Ursache,

Digitized by Google

nur unter besonders günstigen Verhältnissen, insbesondere bei sehr leichter Gewinnbarkeit, gestattet.

Hiermit hängt aber

der Einfluss der Mächtigkeit zusammen. Je geringer die Mächtigkeit der ganzen Lagermasse, einen desto kleineren Theil davon wird man auf die Höhe des Schrames zu verwenden suchen, sowohl der Beschwerlichkeit der Arbeit, als der nicht gewünschten Zerkleinung halber, welche doch im Schrame unvermeidlich ist.

Noch schärfer ist diese Beschränkung von der Natur bezeichnet, wenn die Schicht selbst, welche sich durch ihre geringere Festigkeit, oder durch andere begünstigende Verhältnisse überhaupt zum Schrämen eignet, an und für sich von geringerer Mächtigkeit ist, welche dann natürlich auch die Höhe des Schrames selbst bedingt.

Endlich kann die Tiefe auch noch

e) von der absoluten Lage des Schrames gegen den Horizont und

f) gegen die Sohle des Baues abhängen, indem es natürlich ebenfalls um so schwerer seyn wird, den Schram tief zu führen, je weniger jene Verhältnisse, vielleicht schon die Niedrigkeit oder Enge des Baues überhaupt, eine freie und ungehinderte Handhabung der Gezähe begünstigen.

Je nach den Umständen kann die absolute Weite oder Höhe des Schrames verschieden seyn, von ½ Zoll bis 6 Zoll, mit Einschluss des Nachrückens bis 20 Zoll; die Tiefe von 5 oder 6 Zoll bis 24, ja, bis 40 Zoll, mit Nachrücken und Nachtreiben aber bis 60, 80, ja 100 Zoll, durchschnittlich aber nur 40—50 Zoll; worüber später noch einzelne Beispiele beigebracht werden sollen. —

Die Führung des Schrames. Je fester die Masse, je schwieriger überhaupt, auch den übrigen Umständen nach, die Gewinnung ist, desto sorgfältiger müssen die allgemeinen Regeln und Rücksichten bei der Führung des Schrames beobachtet werden; je leichter gegentheils die Gewinnung, desto unschädlicher sind einzelne Abweichungen.

Die Wahl der Keilhauen für diese Arbeit anlangend,

Digitized by Google

so ist im Allgemeinen, wie schon oben bemerkt, die Schramhaue der nöthigen Anstrengung wegen die leichteste, weil sich beim Schrämen, schon der Tiefe und Enge des herzustellenden Raumes halber, für eine starke Kraftübung nur ein beschränktes Feld darbietet, der Erfolg weit mehr auf Geschicklichkeit beruht; auch erfordert sie in den meisten Fällen die verhältnissmäsig schärfste Spitze. Oft bedient man sich sogar wieder, zur ersten Eröffnung des Schrames schwererer Keilhauen, als gegen das Ende. Werden nicht verschieden schwere gefertigt, so nimmt man zum Schrämen die schon etwas abgeführteren. Auch ist da, wo auf das Schrämen viel ankommt, der Häuer mit kurzen und langen Keilhauen zu versehen.

Der erste Angriff erfolgt durch den Einbruch. Unter Einbruch oder Neinbruch, versteht man bei den Gewinnungsarbeiten überhaupt: den Einschnitt oder die Vertiefung, welche man behufs des ersten Angriffes eines Stoses und durch diesen Angriff selbst, herstellt. Der Zweck dieses Einbruches ist ebenfalls Vermehrung der Anzahl der freien Seiten und somit Verminderung der Spannung, auf dem leichtesten, kürzesten und schnellsten Wege, somit zweckmäsige Einleitung und Erleichterung der nachfolgenden Gewinnung, oder wenigstens der weiteren Ausführung dieser Vorbereitung. Die Herstellung eines richtigen Einbruches ist auf einen guten Erfolg der ganzen Gewinnung von dem grösten Einflusse. Von einem Einbruche kann daher bei jeder Gewinnungsarbeit die Rede seyn, jedoch ist die gehörige Herstellung desselben um so wichtiger und einflussreicher:

a) je gröser die Festigkeit und der Zusammenhalt der anzugreifenden Massen,

b) je mehr andrerseits die Gewinnungsarbeit selbst von der Art ist, dass man den Bereich der Wirksamkeit derselben, ganz in seiner Macht hat.

Gegentheils und eben desshalb fällt, wenn auch nicht der Begriff, doch das Wesen und die Wichtigkeit des Einbruches weg: bei den Wegfüllarbeiten, wo das Ganze gleich geringeren Zusammenhang und gar keine Spannung besitzt, so dass der Angriff an jeder Stelle mit

Digitized by Google

gleich groser Leichtigkeit begonnen und fortgesetzt werden kann; ferner tritt er ebensoweit in den Hintergrund beim Feuersetzen, dessen Wirkung sich in wenig scharfen Grenzen regeln und erhalten lässt.

Nach dem Allen nimmt der Einbruch zu dem Schrame, nach Umständen auch gleich zu der ganzen Gewinnung, ziemlich dieselbe Stellung ein, wie der Schram selbst zu letzterer.

Die allgemein zweckmäsigste Gestalt des Einbruches ist die eines mehr oder minder spitzwinklichen Triangels (s. Taf. IV. Fig. 8. A. Profil, B. vordere Ansicht,) oder vielmehr eines dreiseitigen, in einigen Fällen sogar eines vierseitigen Prismas von trapezoidalem Querschnitte, s. Taf. IV. Fig. 9., welches freilich sowohl in seinen allgemeinen Verhältnissen als auch in seinen Maasen sehr verschieden seyn, von fast unmerklicher Gröse, durch wenige Hiebe dargestellt, bis zu der eines ganzen Tagewerkes wachsen kann. Jene Gestalt ist sonach auch die für die erste Eröffnung des Schrames angewendete, soweit sich ein wirklicher Einbruch unterscheiden lässt, und sie wird, ebenso wie der ganze Schram, um so regelmäsiger zu halten seyn, je fester die Masse ist. Oft hingegen fällt ein eigentlicher Einbruch auch ganz weg, insbesondere in solchen Fällen, wo der ganze Schram nur sehr niedrig gehalten, auf söhligeren Flötzen, söhlig geführt wird.

Bei sehr flachem Fallen der Lagerstätten, sonach vorzugsweise von Flötzen wie auch Lagern, wird das Schrämen gern an dem einen Ende des Stoses begonnen, — und zwar, wenn der Schram nicht im Streichen liegt, gewöhnlich an dem einfallenden, — und von da gegen das andere Ende hingeführt. Bei einem sehr breiten und daher unter mehrere Häuer vertheilten Stose, schrämt zwar wohl oft jeder Häuer ganz für sich, vortheilhafter ist es aber, den Schram an dem einen Ende durch den ersten Häuer beginnen, von diesem auf seine ganze Ortsbreite fortführen, hier dem zweiten übergeben, von diesem eben so fortführen zu lassen und so weiter nach und nach von Allen bis zu dem anderen Ende des Stoses.

Digitized by Google

Bei stärker aufgerichteten Lagerstätten, besonders Gängen, bei denen der Schram überhaupt nur eine sehr beschränkte Anwendung und Wirksamkeit zu finden und minder regelmäsig geführt zu werden pflegt, beginnt man ihn — und zwar fast immer mit einem Einbruche, — etwa in halber Manneshöhe, selbst wenn der Stos eine bedeutendere Höhe hätte, und führt ihn nach den, für die Gewinnung durch die Keilhaue, noch mehr die durch Schlägel und Eisen, unter solchen Verhältnissen geltenden Regeln fort, wovon später mehr.

Wie schon oben bemerkt wurde ist der Schram desto niedriger, besonders anfangs, zu halten, je fester das Gestein ist — oft nur 1 bis 1½ Zoll hoch; — daher auch nicht tief, noch weniger auf die ganze Tiefe auf einmal, sondern oft nur auf 6 bis 8 Zoll und dann von vorn an wieder nachzuholen. Dieses erste kleinste Schrämen nennt man hie und da: das Ausspitzen, was dann eine Art Neinbruch auf dem Liegenden (der Sohle) bildet. Ist dasselbe über die ganze Orts- oder Stos-Breite geführt, so treibt man mit der Keilhaue darüber nach, um den Schram höher, — weiter — zu machen, worauf er wieder vertieft wird, u. s. f. Je gebrächer hingegen der ganze Ausschram ist, desto eher wird derselbe auf die ganze Höhe mit einem Male angegriffen.

Die Keilhaue muss hierbei, wie bei jeder Anwendung auf festerem Gestein, eigentlich so geführt werden, dass das Oertchen rechtwinklich gegen den Angriffsstos trifft, jedoch richtet sich diess sehr nach der Lage der freien Seiten, gegen welche hingearbeitet wird, weil dann eine Abweichung der rechtwinklichen Richtung gegen diese Seite hin eintritt. Je fester ferner das Gestein ist, desto sicherer und richtiger muss man die Hiebe setzen, weil sonst die Keilhaue wankt, auf die Seite — daher in der Hand — prellt, das Oertchen sich schneller verschlägt oder abbricht, wenig oder nichts gefördert, insbesondere aber im Schrame selbst, kein richtiger Stos erhalten wird.

Dieser richtige saigere Stos im Schrame ist es, nach dessen Erhaltung man bei allem Schrämen, wie ebenfalls

Digitized by Google

eigentlich bei jeder Gewinnung festerer Massen, zu trachten hat und um so sorgsamer, je gröser die Festigkeit, je enger der Schram ist, damit nicht allmälig das Dach und die Sohle desselben in einem spitzen Winkel zusammen laufen, der Schram sich auskeilt. (S. Taf. IV. Fig. 10). Diess erfolgt besonders dann leicht, wenn man zu oft auf einen und denselben Punkt haut, auch die Hiebe zu schief fallen lässt. Ist aber ein solches Auskeilen erst eingetreten, so gleitet das Oertchen der Keilhaue bei jedem Hiebe ab und in jenen Winkel hinein, so dass ein weiteres Vorrücken ganz unmöglich, bevor der Stos wieder in Ordnung gebracht ist.

Um daher den Winkel, besonders den oberen, am Dache, bei söhligen Schrämen, recht scharf nachzuholen, bedient man sich gern der schon oben erwähnten Keilhauen mit schief an das Oehr angesetztem Blatte (vergl. Taf. II. Fig. 12. C. §. 8. S. 129) oder wenigstens derer ohne Vorsprung am Oehre, (vergl. Taf. II. Fig. 14. §. 8. S. 131).

In solchen schwierigeren Fällen ist daher auch die Beobachtung einer bestimmten Ordnung, einer regelmäsigen Folge nöthig, in welcher ein Hieb nach dem anderen gesetzt wird, von welcher Ordnung gegentheils die Häuer um so mehr absehen können, je leichter die ganze Gewinnung, wegen der Gebrächheit, gröserer Höhe der Schramführung u. s. w. ist, obschon der Mangel an Geschicklichkeit derselben darin oft weiter gehen lässt als gut ist. Diese Ordnung richtet sich wesentlich danach, ob der Ausschram am Dache oder an der Sohle, an keinem oder an beiden angewachsen ist. Einzelne Beispiele davon werden unten in §. 28. Nr. 5. mitgetheilt werden.

Ueberall wo der Schram bis auf eine, an und für sich oder im Verhältnisse zu seiner Enge, grösere Tiefe geführt werden soll, muss derselbe zuvor höher (weiter) gemacht werden. Diess geschieht durch Nachtreiben des Daches — des Hangenden — und zwar meistentheils ebenfalls mit der Keilhaue, zuweilen auch durch Keile, also durch Hereintreibearbeit, in welche gebildete Erwei-

Digitized by Google

terung sich sodann der Häuer hineinlegen, (stellen) und so zu dem Stose des Schrames wieder näher hinangelangen kann. (S. Taf. IV. Fig. 11.) Man nennt diess Nachrücken. Es ist (vergl. oben §. 20. S. 154) nicht gestattet, da wo die Gebrächheit und Druckhaftigkeit der unterschrämten Masse eine solche Lage des Häuers zu gefährlich, einen schnellen Rückzug bei drohenden Brüchen unmöglich machen würde.

Daher kommt dieses Nachrücken der Natur der Sache nach vornehmlich da in Anwendung, wo der Schram ganz auf der Sohle geführt wird, obschon man es ebenfalls mit Nachrücken bezeichnen könnte, wenn der Schram gleich anfänglich so hoch (weit) geführt wird, dass der Arbeiter sich hineinlegen, bei aufgerichteter Stellung hineintreten, kann. Um aber die schon vor, geschweige denn in einem tiefen Schrame liegenden Arbeiter zu sichern, werden in bestimmten Entfernungen, z. B. alle 3 bis 4 Fus, kleine Pfeiler aus der Masse selbst, von etwa 6 Zoll Seitenbreite oder überhaupt einer Stärke, welche der Festigkeit der Masse entspricht, stehen gelassen: Beine, oder in ihrer Ermangelung hölzerne Bolzen gesetzt, (s. Taf. IV. Fig. 11. a,) häufig irrigerweise Stempel genannt. Beide nimmt man natürlich nach erfolgtem Schrämen und vor der Hereingewinnung wieder weg.

Sie kommen sammt dem tiefen Schrämen, besonders bei Steinkohlenbergbau in Anwendung.

§. 21. Bei dem Schrämen ganz auf der Sohle, wie überhaupt bei aller Gewinnung in ganz liegender Stellung, welche überall da nöthig wird, wo das Flötz söhlig liegt, oder sehr flach fällt und dabei der Bau, wegen der sehr geringen Mächtigkeit, wenigstens der bauwürdigen Schichten, nur eine geringe Höhe besitzt, so dass auch auf nicht geringe Längen das Fahren, Fördern und jede Verrichtung in dieser Lage bewirkt werden muss, ist dasjenige einfache Hülfsmittel sehr empfehlungswerth, welches vorzugsweise bei dem mansfeldischen und hessischen Kupferschieferbergbau von jeher eine eigenthümliche Anwendung gefunden hat: das der sogenannten Fahrbreter (Taf. IV. Fig. 6. 7.).

Digitized by Google

Dieselben bestehen aus dem Achselbrete Fig. 6. (A in der oberen, B in der Seiten-, C in der vorderen Ansicht) und dem Beinbrete Fig. 7. (A in der unteren, B. in der Seiten-, C in der vorderen Ansicht.)

Das Achselbret Fig. 6. besteht aus einem länglich vierseitigen, für die Häuer etwa 22 Zoll langen. 10 Zoll breiten und 1 Zoll starken Bretstücke aus einem weichen Holze, (Weide, im Nothfalle Espe;) auf der oberen Fläche und zwar an einer der schmalen Seiten, ist es mit einer hölzernen Handhabe a versehen, an welcher es beim Fahren mit der linken Hand gefasst und wie ein kleiner Schild so gehalten wird, dass der Unterarm, nach Befinden auch die Schulter, darauf ruht. Beim Arbeiten aber liegt das Bret auf der Sohle und die Schulter darauf.

Auf der unteren Fläche sind längs der beiden langen Seiten zwei harthölzerne Leisten b, — Futterleisten — befestigt, welche dazu dienen, das Bret fester auf der Sohle haften zu lassen, gleichzeitig die Achsel in einiger Höhe über der Sohle zu erhalten und endlich dem auf letzterer hinlaufenden Wasser einen Durchfluss unter jenem hinweg zu gestatten.

Das Beinbret, Fig. 7. A. B. C. hat im Ganzen dieselbe länglich vierseitige Gestalt, ist jedoch auf den beiden langen Seiten zu sehr stumpfen Winkeln verschnitten und so dem Umrisse der Hüfte einigermasen angepasst.

Durch dieses Bret werden zwei Riemen bei c hindurch gezogen, um dasselbe am linken Oberschenkel anzuschnallen; damit diese auf der Unterfläche des Bretes nicht so leicht durchgerieben werden, ist es gut, sie auf dieser in das Holz zu versenken. Auf der oberen Fläche nimmt man gern eine flache, runde Vertiefung d, für den darauf ruhenden Hüftknochen aus. Auch dieses Bret versieht man sowohl behufs der Erhöhung über die Sohle, als auch, und noch mehr, des festeren Einsetzens in solche, nicht minder des erleichterten Wasserabflusses unter ihm hinweg, endlich auch der Verwahrung vor zu schneller Abnutzung, mit vier, auf der untern Fläche eingeschlagenen Klammern oder Klingen e.

Digitized by Google

Auf diesen Bretern, und zwar meist auf der linken Seite liegend, führt der Arbeiter die Keilhaue unter dem etwas erhobenen Kopfe hinweg, wozu er den Hals etwas aufwärts krümmen muss, daher diese ganze Arbeit Krummhälserarbeit genannt wird. *)

Der Häuer wechselt dabei mit der Seite auf der er liegt, nicht gern, weil diess eine ganz andere Arbeitsgewöhnung nöthig machen würde, daher selbst, wenn er bei einiger Verflächung der Sohle mit dem Kopfe abwärts zu liegen kommt, er diesem eher dadurch etwas abhilft, dass er unter das Achselbret ein Stück Gestein oder

*) Anm. Einige schreiben: Krummhölzer-Arbeit, sogar als vermeintliche Berichtigung. Es kann jedoch bei der jetzigen Einrichtung dieser Fahr-Breter, von denen allein die letztere Benennung abgeleitet werden könnte, an krumme Hölzer kein Gedanke aufkommen; dass man aber auch in weit früherer Zeit, in welcher etwa der Ursprung dieser letzteren Benennung gesucht werden wollte, von dergleichen krummen Hölzern ebenfalls nichts gewusst zu haben scheint, darauf weist sowohl Agricola hin, welcher (in seinem Werke de re metallica — in der Originalausgabe von 1550 — die mansfeldischen Schieferhäuer: fossores qui colla gerunt intorta, in der deutschen Uebersetzung von 1557 „Krumphelse“ nennt, als auch Matthesius (J. Matthesii Sarepta, erste Auflage, Nürnberg 1562, Predigt VII. fol. 100,) als auch endlich Sebastian Münster (in seiner Cosmographie, in der deutschen Uebersetzung, vermehrte Auflage, Basel 1578. Buch III. S. 617.), wo er ausdrücklich sagt: „die Knappen so die Schiefer hauwen, heisst man Kromphälss oder Schieferhauer, denn dieweil der Schiefergang so flach liegt und si zu irer Arbeyt in der Gruben auf der Seiten liegen müssen, werden inen die Hälss so kromm, seind selten tüglich auf andere Bergwerk.“

Alle drei Genannte waren Männer, welche nicht nach dem blosen Hörensagen urtheilten, sondern, namentlich die ersteren beiden, für ihre Zeit sehr ausgebreitete Kenntnisse vom Bergbaue besasen, wie sich diess bei Mathesius schon an der angeführten Stelle aus den genauen und ins Einzelne gehenden Angaben über das Kupferschieferflötz und die Gewinnung und Zugutemachung des Kupfers im Mansfeldischen kund giebt.

Uebrigens findet der Gebrauch der beschriebenen Fahrbreter keineswegs auch überall da statt, wo die niedrigen Baue Krummhälser-Arbeit nöthig machen, noch minder überall da, wo nur überhaupt die Häuer liegend arbeiten müssen; vielmehr liegen sie oft auf der blosen Sohle, höchstens auf einem einfachen Bretstücke oder den untergelegten Kleidern.

Digitized by Google

ein Eisen, oder Fäustel u. dergl. legt. Dasselbe geschieht, wenn er bei höherer Oertung des ganzen Baues die Hiebe mehr am Dache hinführen will. Mit den Füsen stemmt er sich gern gegen den Stos an, so dass er also demselben nicht ganz parallel liegt. Diese Fahrbreter kommen ausser in Mansfeld und Hessen auch, jedoch einfacher und unvollkommener, bei dem Abbaue sehr wenig mächtiger Steinkohlenflötze, in Westphalen und Bückeburg u. a. a. O. vor.

Natürlich sind bei derartiger Oertlichkeit, wie überhaupt in allen niedrigen, engen, unreinen Bauen, in denen gewöhnlich auch eine höhere Temperatur herrscht, selbst wenn auch keine eigentliche Krummhälser-Arbeit nöthig und angewendet ist, die Arbeiter nur mit der allernöthigsten Bekleidung: Beinkleidern, Weste und Schachthut, versehen.

Die Keilhaue darf für diese in liegender Stellung, daher mit Hieben in schwebender Richtung, ausgeübte Arbeit nie schwer seyn, weil sonst die Hiebe wohl nicht sicher genug geführt werden können; auch ist das Blatt schwächer, aber höher, um einen recht niedrigen Schram herstellen zu können.

Eine andere Hülfsvorrichtung findet besonders beim Schrämen auf Lagern Anwendung, welche mehr, jedoch noch nicht so stark aufgerichtet sind, dass der Arbeiter knieend oder stehend arbeiten könnte, während doch das Fallen so gros ist, dass der auf dem Liegenden liegende Arbeiter, namentlich bei der Arbeit sich mit Anstrengung bewegend, kein festes Anhalten gegen das Herabgleiten findet. Es sind diess einfache Pritzschen, (s. Taf. IV. Fig. 12.), aus zwei einfachen Sohlen a bestehend, welche durch Querriegel verbunden und mit Bretern b, belegt, am unteren Ende, durch zwei sich rechtwinklich darüber erhebende und ebenfalls mit Bretern belegte Stelzen c, mit einem Auftritte versehen sind, so dass der Arbeiter ganz auf dieser Pritzsche liegt, welche ihrerseits wieder sowohl schon durch die Sohlen an sich leichter auf dem Liegenden haftet, als auch mit diesen leichter an einer

Digitized by Google

Unebenheit des Gesteins, oder selbst an einem dazu geschlagenen Stempel angestemmt werden kann.

Dass bei solcher stärkeren Aufrichtung die ganze Führung des Schrames schwieriger ist, als bei mehr söhliger Lage, daher der Arbeiter selbst lieber in mehr aufgerichteter Stellung des eigenen Körpers, auch den Schram noch aufgerichteter als im Fallen der Lagerstätte, führt, (wobei dann eine über zwei Stempel gelegte Pfoste zum Aufstande hinreicht,) ist theilweis schon früher angedeutet worden.

Gegentheils hat man auch für eine Herstellung des Schrames in mehr als halber Manneshöhe über der Sohle, wie sie in an sich hohen Bauen vorkommt, so lange als nicht durch den Betrieb selbst Strossen oder Bänke gebildet worden sind, welche dem Arbeiter wieder zum Auftritte dienen, leichte Gerüste, Bühnen, Buden u. dergl. zu schlagen, da die blose Aufstellung von Fahrten nur einen unvollkommenen, unsichern und daher unbequemen Aufstand zum Schrämen gewährt. Derselbe Fall tritt beim Betriebe von Ueberhauen nach der Fallrichtung der Lagerstätten, von schwebenden Strecken, Steigörtern u. dergl. ein.

§. 22. Am einfachsten stellt sich, wie schon oben erwähnt wurde, das Schrämen bei Gangbergbau dar, soweit es bei solchem überhaupt mit der Keilhaue ausgeführt wird. Meistentheils hat man es hier nur mit einem schmalen Lettenbestege, in seltneren Fällen mit einem mächtigeren Ausschrame zu thun, welcher nach denselben Grundsätzen wie auf Flötzen, jedoch mit weniger Regelmäsigkeit, gewonnen wird, weil, wenn ja letztere durch eine grösere Festigkeit nöthig gemacht würde, die Keilhaue bei Gangbergbau weniger angewendet und auch wirklich anwendbar ist. —

Man beginnt daher vor ganzem Stose, vor Oertern u. dergl. in oder etwas unter halber Manneshöhe mit dem Einbruche, nimmt dann den oberen darüber liegenden Theil des Schrames bis zur Förste und endlich den unteren bis zur Sohle nach, worauf die Nachgewinnung der verschrämten Masse durch eine andere Arbeit zu folgen pflegt.

Digitized by Google

Bei Abbaustösen mit zwei freien Seiten, stufenförmigen Abbauen, (nach oben Försten- nach unten Strossen-Bauen,) beginnt man natürlich allemal das Schrämen in derjenigen Ecke, welche beide freie Flächen mit einander machen, als an der den leichtesten Angriff gewährenden Stelle.

Eine andere eigenthümliche Art des Verschrämens kann das einer Masse von durchgängig gleicher Gebrächheit seyn. Soweit die natürliche Beschaffenheit des Gesteins Einfluss hat, ist es hier gleichgültig, wohin der Schram gelegt wird, daher man hier nur das Freimachen, oder das Abtheilen einer grosen Angriffsfläche in mehrere Arbeitsstöse im Auge behält. Massen dieser Art sind Braunkohlen, besonders in den obersten Schichten des aufgeschwemmten Landes, an und nahe unter der Erdoberfläche, wo sie durch Tagebau gewonnen werden können; Lehm, wenn er im regelmäsigen Betriebe durch Tagebau gewonnen wird.

Derartige Schräme, welche an und für sich nicht häufig vorkommen, werden fast immer saiger und ohne Rücksicht auf das Fallen der Lager, also mehr als Schnitte geführt, (wenn erstere nicht ohnehin meistentheils söhlig lägen,) und zwar der Leichtigkeit der Gewinnung wie der Bequemlichkeit halber. Dasselbe gilt von der übrigen ebenso behandelten Gewinnung im Grosen, (vergl. oben S. 164 das Schrämen bei Gangbergbau und unten §. 24. die Gewinnung S. 169).

Endlich darf nicht unerwähnt bleiben, dass man auch diejenige Arbeit mit der Keilhaue, bei welcher die ganze Masse durch möglichst gleichförmig und in parallelen Bogen geführte Hiebe in lauter kleinen Brocken hereingewonnen, oder durch die auch wohl ein schon hergestellter freier Raum regelmäsig geglättet wird, mit Schrämen bezeichnet, eine Bedeutung dieses Wortes, welche bei der Schlägel- und Eisen-Arbeit in gleicher Weise wiederkehrt. Diese Art der Arbeit ist mit der Keilhaue nur auf sehr milde oder wenigstens äusserst gleichartig construirte Massen anwendbar, wie Braunkohlen, Lehm, Gips, Thon, Haselgebirge, selbst derbes Steinsalz.

Digitized by Google

§. 23. Das **Schlitzen**, **Kerben**, **Schneiden**, d. i. die Darstellung von Einschnitten rechtwinklich gegen den Schram, — ist nach dem Eingangserwähnten nur eine weitere untergeordnete Fortsetzung des Schrämens, welche angewendet wird, wenn durch letzteres ein breiterer Angriffsstos noch nicht hinreichend frei gemacht worden, die Gewinnung noch nicht genügend erleichtert ist; Gegentheils ist aber, wie auch schon angedeutet worden, das Schlitzen nur da und soweit anzuwenden, wo es durchaus nothwendig, insbesondere wo die Erhaltung der Massen in gröseren Stücken beabsichtigt wird, wie diess namentlich bei Steinkohlen auch Steinsalz vorkommt, während andererseits eine grösere Mächtigkeit den durch Schrämen und Schlitzen erwachsenden mehreren Verlust an klein geschrotener Masse überträgt.

Wurde der Schram **in**, **auf** oder **über** der Sohle, derselben parallel geführt, so werden gegentheils die Schlitze in einen der beiden **Seitenstöse**, seltener in beide, gelegt. (S. Taf. IV. Fig. 13. b,b,). Bei stufenförmigem Abbaue, auch einigem Stos- und Pfeiler-Baue auf- oder abwärts, wird natürlich, wenn überhaupt, nur in dem einen der zweiten freien Seite gegenüberliegenden Stose geschlitzt. (S. Taf. IV. Fig. 14. b,).

Nur da, wo sehr breite, beziehentlich lange Abbaustöse mit **einem** Male angegriffen werden sollen — was freilich bei mächtigeren Lagerstätten, durch Pfeiler- und ähnlichen Bau, am seltensten der Fall ist, — theilt man jene auch wohl durch mehrere Schlitze ab, so z. B. bei dem Steinsalzbergbaue in der Gegend von Northwich in England, auch gewissermasen bei dem zu Wieliczka. (Vergl. **Karsten** Archiv für Bergbau und Hüttenkunde, Band XVIII. (1829) S. 256. und **Hrdina**, Geschichte der Wieliczkaer Saline, S. 185. auch v. **Sydow**, Reise nach den Centralkarpathen S, 103. u. A.)

Die Schlitze werden nie so tief, noch weniger so weit angelegt als der Schram, höchstens 10 bis 20 Zoll tief, nur ausnahmsweise bis 30 Zoll. Dergleichen Ausnahmen finden mehr nur da statt, wo man das Freimachen eines hohen und schmalen Stoses, als Theil einer gröseren

Wand, nach Befinden auf allen vier Seiten, bewirkt, was wohl insgesammt als Verschrämen bezeichnet, und wovon weiter unten ein Beispiel angeführt werden wird.

Schon die gewöhnliche aufgerichtete Stellung des Schlitzes in der einen Ulme, die schwierigere Handhabung der Keilhaue dabei, hart an der Ulme, nächstdem die absichtlich gegebene, geringste Weite, endlich die Rücksicht: nicht zu viel Masse auf einmal auf eine gefahrdrohende Weise frei zu machen, lassen daher selbst dann, wenn durch einen tiefen Schram mit einem Male eine grose Masse frei geworden ist, diese nur durch allmäliges, zwei, ja selbst bis dreimal wiederholtes Schlitzen und abwechselndes Nachtreiben nach einander hereingewinnen.

Ein besonderes Anhalten für die Tiefe des Schlitzes geben auch hier, und fast noch mehr als beim Schrämen, regelmäsige, die Masse durchsetzende Klüfte, an welchen man die Schlitze abzusetzen pflegt, während gegentheils der Schram oft über solche hinausgeführt wird. Obschon man daher meistentheils womöglich den Angriffsstos diesen Klüften parallel hält, so lässt man ihn doch auch von denselben spitzwinklich durchschneiden, und schlitzt dann nur auf der einen Seite, nach welcher sich die Klüfte von dem Stose entfernen, bis an letztere.

Das Verfahren ist dasselbe, wenn in einer der Ulmen sich natürliche offene Ablösung findet, und in dieser das Schlitzen ersparen lässt.

Wenn ferner der Schram in einiger Höhe über der Sohle angesetzt wird, so schlitzt man häufiger nur die über demselben gebildete Oberbank bis auf den Schram herab; wogegen die Gewinnung der Unterbank ohne vorheriges Schlitzen der Oberbank folgt. Ist aber der Schram auf der Sohle angesetzt, so sind bei groser Mächtigkeit die Schlitze nie auf einmal, sondern nur nach und nach mit abwechselnder Nachgewinnung vom Schrame bis an das Dach hinauf, zu führen, um eben die Gefahr, sowie die übrigen bezeichneten Uebelstände zu vermeiden, welche aus dem Hereinkommen der ganzen unterschrämten Masse erwachsen würden.

Digitized by Google

Ein Schrämen in oder gar über dem obersten Theile des Flötzes und nachmaliges einfaches oder auch doppeltes Schlitzen unter demselben, nachdem soweit nöthig das Dachgestein über dem Schrame hereingewonnen worden, wird bei Pfeilerbau auf Steinkohlen unter anderen in Saarbrücken, wie auch in Kärnthen und Steiermark, mehrentheils auf weniger mächtigen Flötzen angewendet. (Vergl. u. A. Jahrbuch der montanistischen Lehranstalt zu Vordernberg, auf 1841. S. 62.).

In seltenen Fällen, nur bei überhaupt absolut groser Mächtigkeit der Lagerstätte, zum Theil auch nach hergebrachter Gewohnheit, werden die Schlitze mit soviel Weite geführt, dass der Arbeiter selbst hineintreten, wenigstens bequem mit dem Arme hineinreichen und arbeiten kann, um ihn noch tiefer fortzubringen; so z. B. theilweis auf den mächtigsten Flötzen in Staffordshire in England. (Vergl. v. Dechen in Karsten Archiv für Mineralogie, Geognosie u. s. f. Bd. VI. 1833, S. 69.)

Alsdann werden, besonders bei groserer Gebrächheit, auch Beine darin stehen gelassen, oder Spreitzen eingebracht; jedoch dürfte die ganze Gewinnungsweise zu den weniger nachahmungswerthen gehören.

Ein eigentliches Schlitzen ohne vorhergegangenes Schrämen findet noch am Ersten Anwendung bei Dach- und Tafel-Schieferbrüchen, obschon freilich seltener mit der Keilhaue ausgeführt; ein solcher Schlitz — Schrot genannt — wird rechtwinklich gegen die Schichtung, entweder dem Fallen oder dem Streichen nach geführt, je nachdem Klüfte in einer oder der anderen Richtung die Ablösung auf einer dritten Seite befördern, oder auch noch ein zweiter Schrot gehauen werden muss; während die Schichtungsablösung offen genug ist, den Schram zu ersetzen und darauf das durchgeschrotene Stück abheben oder abtreiben zu lassen. *) (S. Taf. IV. Fig. 14. b.)

*) Anm. Zu den eigenthümlichen Anwendungen des Schlitzens, welche freilich auf ebenso eigenthümlichen Betriebsweisen beruhen, gehört unter anderen die Anlage derselben in den Ulmen, rechtwinklich auf die Richtung in der die Abbauörter getrieben werden, wie

Digitized by Google

Schlüsslich ist zu dem Schrämen (und Schlitzen) überhaupt noch zu bemerken, dass da, wo dasselbe häufig in ziemlich oder ganz aufgerichteter Lage hart an den Ulmen geführt werden muss, und zwar, wie natürlich, nicht allemal an der rechten Ulme, sondern auch der linken oder an beiden zugleich, die Häuer sich gewöhnen müssen, links und rechts, öfters aber links oder rechts zu arbeiten, so dass bei doppelten Schrämen allemal ein Links- und ein Rechts-Händler zusammengelegt werden. (Vergl. u. A. Hrdina, Geschichte der Wieliczkaer Saline, S. 179.)

Uebrigens wird das Schrämen und Schlitzen bei Gewinnungen, bei denen es eine sehr ausgedehnte Anwendung findet, nicht selten durch besondere Häuer, das Nachschlagen der verschrämten Massen durch andere bewirkt; so namentlich bei mehreren französischen und belgischen Steinkohlenbergbauen, und zwar zu bestimmten und verschiedenen Zeiten, das Schrämen in der Tages- das Nachgewinnen (oft nebst dem Versetzen der Berge,) in der Nacht-Schicht.

Ebenso wird auch in Oberschlesien in der ersteren Schicht geschrämt, in der letzteren geschlitzt und nachgewonnen.

Eine ähnliche Eintheilung findet auch bei den Gesteinsarbeiten im Salzgebirge (Gips und Salzthon) mit der Keilhaue, statt, woselbst der Einbruch durch die Lehrhäuer gemacht, das Uebrige durch die Wahlknappen nachgenommen wird, wovon weiter unten mehr.

§. 24. Die Gewinnung mit der Keilhaue allein, nach vorhergegangennem Schrämen — und dann Nachschlagen, Nachreissen, genannt — oder gar ohne solches, ist im Ganzen nicht häufig. Sie setzt eine nicht grose Festigkeit, insbesondere aber eine solche Zerklüftung der Masse voraus, dass dieselbe durch diese Klüfte in lauter einzelne für sich gewinnbare Stücke gesondert

---

diess z. B. auf den sehr mächtigen Stein- und Braun-Kohlen-Flötzen, bei Prevali, Voitsberg, Lankowitz in Innerösterreich vorkommt.

Digitized by Google

ist, welche doch aber nicht so klein sind, dass die Gewinnung dadurch wieder zu aufhältlich wird.

Bei festerer Masse kann sie, wie schon im Eingange erwähnt wurde, auch nach vorausgegangenem Schrämen nur durch häufiger durchsetzende Klüfte oder allgemeine schiefrige Structur mit Nutzen ausführbar werden; so z. B. bei Braun- und Spath-Eisenstein.

Der Angriff verschrämter Massen muss natürlich von dem Schrame aus beginnen; wobei es, wie überhaupt, auf richtige Benutzung der vorhandenen Klüfte ankommt; sind dieselben noch nicht offen genug oder die durch sie abgesonderten Stücke noch zu sehr in einander verschränkt, so hat man zuvörderst die Klüfte durch einige sichere Hiebe mit scharfer Keilhaue zu öffnen, worauf diese mit voller Kraft, so weit der Raum den freien Aushieb gestattet, geführt wird. Ist es aber die schiefrige Structur des Gesteins, welche man benutzen will, so werden die einzelnen Blätter in dem Schrame parallelen Schichten und von jenem aus beginnend, zu gewinnen seyn, wobei die Gewinnung einen regelmäsigeren Gang annehmen kann und muss, als im ersteren Falle.

Ist vorher nach dem Schrämen noch geschlitzt worden, so deutet diess schon auf die Möglichkeit hin, die Nachgewinnung in gröseren Massen zu bewirken, wozu man sich dann mehr der Hereintreibe- oder der Spreng-Arbeit, der Keilhaue aber nur etwa zur Nachhülfe hie und da bedient.

Selbstständiger wird die Gewinnung geführt, wenn die ganze Masse so mild, zum Theil wenigstens so gebräch, ein eigentliches vorzugsweise so benanntes Keilhauengestein ist, dass sie ohne vorausgeschicktes Schrämen, gleich aus dem Ganzen mit der Keilhaue gewonnen werden kann; eine Beschaffenheit, welche besonders bei verschiedenen Thoneisensteinen, Brauneisenstein, Braunkohle, Thon, Lehm u. dergl. obzuwalten pflegt, obschon je mehr die Milde der Masse zunimmt, desto mehr wieder die eigentliche Keilhaue zurückzulegen und von der Breithaue Gebrauch zu machen ist, sofern die

Digitized by Google

Weite des Raumes eine freie Führung derselben gestattet, daher am öftersten noch in Tagebauen.

Unter solchen Umständen kann der Häuer fast immer in aufrechter Stellung oder, beim Angriffe des unteren Theiles, knieend arbeiten.

Der Stos ist hier in regelmäsigen Abtheilungen — Tagewerken — in richtiger Folge der einen nach der anderen, anzugreifen, obschon bei leichter Gewinnbarkeit der Häuer in einer Schicht wohl mehrere Tagewerke hereinschlagen kann, daher sie hier nur uneigentlich so genannt werden. Der Anfang ist natürlich mit dem Neinbruche zu machen welcher hier ebenfalls etwas unter der halben Manneshöhe liegt. Diese Lage ist ganz allgemein aus der Ursache die vortheilhafteste, weil bei ihm, als dem schwersten Theile des Angriffes einer noch unverritzten Fläche, die Hiebe mehr abwärts, also in einer bequemen Richtung und so geführt werden können, das das Gewicht der Keilhaue der Kraft des Arbeiters zu Hülfe kommt.

Wird auch hier etwa die Masse von sich regelmäsig wiederholenden Schichtungsklüften durchsetzt, so bestimmt man die Lage des Neinbruches nach diesen und zwar dergestalt, dass diejenige der beiden Abtheilungen in welche er den ganzen Angriffsstos theilt, die grösere wird, in welcher die Lage der Klüfte die Gewinnung am meisten erleichtert. Fallen daher die Klüfte dem Orte zu (Vergl. Taf. IV. Fig. 15.) so legt man den Neinbruch höher, weil dann der unter ihm liegende Theil durch Auftreiben, von unten nach oben, von der untern Fläche des Neinbruches herauf, gewonnen werden kann; entfallen sie hingegen dem Orte (Vergl. Taf. IV. Fig. 16.) so legt man gegentheils den Neinbruch tiefer hinab, weil dann derselbe Vortheil für die darüber liegende Hälfte durch Hereintreiben, — nach unten, von der obern Fläche des Neinbruches herab — gewonnen wird.

Bei jedem Angriffe des obersten Theiles des Stoses oder eines höheren überhaupt, hat sich der Häuer durch Rüsten oder durch schon gewonnene Masse einen erhöhten Standort zu verschaffen; gegentheils muss er

Digitized by Google

bei dem Angriffe des unteren Stoses nach Erfordern knieend arbeiten.

Unter Voraussetzung dieser Beschaffenheit bekommt auch der Neinbruch nicht leicht ein dreiseitiges sondern ein trapezoidales Profil von dessen beiden parallelen Seiten natürlich die grösere in die vordere freie Fläche des Stoses fällt, die hintere kleinere, den Stos des Neinbruches bildet, während die obere und untere nach hinten einander zufallen. (Vergl. Taf. IV. Fig. 9.) Die Neigung dieser Flächen richtet sich nach dem Fallen der Klüfte, wenn dergleichen vorhanden sind, indem man die eine derselben jenen Klüften parallel und in solche legt, um so die weitere Gewinnung zu erleichtern.

Fehlen aber dergleichen Klüfte ganz, so bekommt die obere Seite, die Förste des Neinbruches, ein stärkeres Fallen gegen den Horizont als die untere, um sie überhaupt mehr dem Bogen zu nähern in welchem die Hiebe mit der Keilhaue von oben herabgeführt werden, die untere, die Sohle des Neinbruches, hingegen flacher. (Vergl. Taf. IV. Fig. 8. 9.)

Mit der Länge — Breite — liegt der Neinbruch wie natürlich söhlig, queer über die Breite des Stoses hinweg; indess kömmt auch eine andere Lage des Einbruches und zwar bei Steinsalz, auch selbst bei Steinkohlen-Bergbau vor, nehmlich wie ein Schram (oder Schlitz) in einer saigeren Ebene, von der Förste bis zur Sohle in der Mitte der Ortsbreite herablaufend, so dass die übrigen Tagewerke zu beiden Seiten liegen. (S. die Beispiele weiter unten.)

In Abteufen und Uebersichbrechen, wenn sie mit Keilhauenarbeit betrieben werden, legt man häufig den Neinbruch in den einen kurzen Stos, sofern das Abteufen nicht rund ist, und nimmt von da an die übrigen Tagewerke nach; bei runden in die Mitte.

Die Tiefe des Neinbruches richtet sich mit nach dessen Höhe, diese wieder nach der des ganzen Stoses; erstere darf überhaupt, im Verhältnisse zur Höhe nie so gros werden, dass das Profil des Neinbruches zu spitzwinklich wird, weil dies seine Herstellung ebenso

Digitized by Google

wie die ganze übrige Gewinnung unnöthig erschweren würde, indem auch die Lage der übrigen Tagewerke sich mit Nutzen nach der oberen und unteren Fläche des Neinbruches richtet.

Der Aushieb des Neinbruches, ebenso wie der aller Tagewerke, wird entweder an der einen Ulme begonnen und nach der anderen fortgesetzt, oder in der Mitte begonnen und nach beiden Seiten hin fortgesetzt. Letzeres Verfahren ist das vortheilhaftere, weil die Spannung in der Mitte die kleinste, was gerade bei dem Neinbruche, besonders dessen erstem Anhiebe, selbst bei mehrerer Gebrächheit der Masse wohl zu beachten ist. Eher können die folgenden Tagewerke, bei denen die Spannung schon etwas geringer ist, auf der einen Seite aufgehauen werden.

Die Anzahl dieser übrigen Tagewerke ist bei solcher Keilhauenarbeit vor Ort- und Abbau-Stösen — als der gewöhnlichsten, — nicht leicht weniger als drei, (wenn schon wie bereits erwähnt, wohl mehr als eines in einer Schicht gewonnen werden kann, in welchem Falle sie nur der regelmäsigen Eintheilung halber, Tagewerke heissen;) aber auch selten mehr als drei. Das nächste derselben das Schwachmachen b (Taf. IV. Fig. 9.) welchem das Söhlighauen c und endlich das Saigeren Stos-Hauen d folgt.

Sollte die Anzahl der Tagewerke bei mehrerer Festigkeit znnehmen, so führen sie dieselben Benennungen wie bei der Schlägel- und Eisen-Arbeit der diese Eintheilung entlehnt ist, daher hier vorläufig auf letztere Bezug genommen werden darf, bei welcher ausführlicher davon, wie auch von dem näheren Verfahren bei dem Betriebe von Abteufen und Uebersichbrechen u. s. f. zu handeln seyn wird, welche letztere überhaupt durch Keilhauenarbeit weit seltener sind.

Im Uebrigen möge hier nur noch das aus dieser Arbeit hervorgehoben werden, dass, wenn der ganze Bau richtig und regelmäsig geführt wird, zuvörderst der ganze Stos bis auf die Tiefe des Neinbruches hereingewonnen worden, und so eine ganz neue Angriffsfläche hergestellt

Digitized by Google

seyn muss, bevor ein neuer Stos angegriffen werden darf, was auch um so eher ausführbar, als man bei dergleichen leichter zu gewinnender Masse nicht so leicht, wie wohl bei festerer, genöthigt seyn kann die Winkel zwischen dem Stose, der Förste und Sohle voll stehen zu lassen, um nicht die Arbeit mit verhältnissmäsig weniger Gewinn auszuführen.

Ausserdem treten noch manche, wenn auch seltenere Fälle ein, dass zwar die ganze Gewinnung mit der Keilhaue bewirkt, jedoch weder ein Schram vorausgeführt wird, noch auch die Gewinnung selbst in so regelmäsigen Tagewerken verrichtet werden kann; so u. A. bei Anthrazit, welcher oft von bedeutender und zwar ziemlich durchgängig gleicher Festigkeit in theilweis sehr mächtigen Lagern vorkommt. Ein Beispiel davon geben die stark aufgerichteten Lager im Isère-Departement in Frankreich. (Vergl. Ann. des mines 3. ser. t. IX. (1836.) p. 442 et seq.) Dort greift der Arbeiter mit der Keilhaue die am wenigsten festen Schichten und in diesen wieder die mildesten Theile an, um durch ihre Gewinnung die der übrigen Anthrazitmasse einzuleiten.

Diese Gewinnung welche übrigens ohne bestimmte Regel und Regelmäsigkeit erfolgt, ist sehr schwer, daher der Häuer zu möglichster Bequemlichkeit den ersten Angriff auf den oberen Theil der Strecke und zwar so weit es ausführbar, auf die liegenden Schichten richtet; am leichtesten ist bei dem dort üblichen Etagenbaue das Nachreissen der ganzen Förste welche man über der Vorrichtungsstrecke und den Pfeilern bis zu einer nächst oberen Strecke stehen gelassen hat.

Versuche zu schrämen und nachzukeilen haben daselbst keinen günstigen Erfolg gehabt. Selten und nur bei einbrechendem Sandstein wendet man gegentheils Sprengarbeit an. Sonach ist diese Gewinnungsweise derjenigen nicht unähnlich, welche zuweilen durch Schlägel und Eisen in gebrächem Gestein, allein oder auch mit Sprengarbeit abwechselnd, angewendet wird und wovon bei ersterer Arbeit zu sprechen seyn wird.

Endlich wird aber auch die Keilhaue sowohl bei

Digitized by Google

Gangbergbau — obschon hier noch häufiger der Schrämhammer, — als auch bei Lagerbergbau, als **Hülfsgezäh**, zum Beräumen, zum Nachgewinnen von durch die Schiesarbeit halb gelösten Wänden angewendet. Hierzu bedient man sich vorzugsweise der Gesteins, überhaupt der stärkeren Keilhauen, die man in die Klüfte einsetzend und wuchtend, als Hebel wirken lässt.

§. 25. **Die Arbeit mit dem Schrämhammer.**

Der Schrämhammer wird an und für sich selbstständig, in derselben Weise gehandhabt wie die Keilhaue, wie denn auch schon aus der oben gegebenen Beschreibung zu ersehen, dass er nur als eine Abart derselben zu betrachten ist.

Der eigentliche gewöhnliche Schrämhammer wird vorzüglich bei Gangbergbau und hier weit mehr als die gewöhnliche Keilhaue angewendet; am meisten zum Verschrämen des Ganges und zwar auf dem lettigen Bestege desselben.

Für dieses eignet er sich aus der Ursache am meisten: 1) weil letzterer Ausschram gewöhnlich nur eine geringe Mächtigkeit hat, oft nur aus einer Lettenkluft besteht, daher ohnehin darauf nicht tief hineingegangen werden kann; 2) weil man ihn wo möglich ganz in der einen Ulme hält, wo für die Führung der gewöhnlichen langgehelmten Keilhaue mit zwei Händen, der Raum nicht genügend und bequem seyn würde; den Hammer hingegen, dessen Eisen mehr im Gleichgewicht am Helme sitzt, kann man nach Erfordern auch mit einer Hand, daher hart an der Ulme hin, führen, um so mehr, da eine grose Regelmäsigkeit des Schrames weder nöthig noch ausführbar, und nur von untergeordnetem Werthe für die Nachgewinnung ist.

So sehr man auch in der Regel dahin trachten wird, den Schram auf das Liegende zu legen, so muss doch, da dies nicht allemal statthaft ist, der Häuer eigentlich den Schrämhammer ebensowohl link- als rechthändig führen können.

Die geringere Länge des Helmes wird bei diesem Gezäh durch das grösere Gewicht des Eisens übertragen,

Digitized by Google

wogegen letzteres durch seine eigenthümliche Gestalt und Befestigung am Helme, mehr im Gleichgewicht erhalten und daher sicherer geführt werden kann.

Nächstdem wird aber auch schon der eigentliche Schrämhammer zu weiterer Schramführung, ja selbst völliger Gewinnung auf dem Gang- wie dem Neben-Gestein bei hinreichender Auflösung, Gebrächheit und Zerklüftung angewendet, so z. B. unter günstigen Verhältnissen in einigen Revieren des sächsischen Obergebirges, insbesondere der Marienberger. Viel kommt dabei wie bei allen Gezähen und Gewinnungsarbeiten, auf Uebung und Gewohnheit an, welche oft zu einem anderwärts unerreichten Grade der Geschicklichkeit führen.

Gegentheils bedient man sich des Schrämhammers, theilweis mit längerem Helme, übrigens im Gewichte höchst verschieden, vom grösten bis zum kleinsten wechselnd und unter verschiedenen Benennungen, auch bei anderem Bergbaue, z. B. auf Steinkohlen, obschon hier öfter als Keilhaue bezeichnet; auf Steinsalz, in Siebenbürgen, Wieliczka, Hallein, Berchtesgaden u. s. f. im derben Steinsalz und noch mehr im Blind- und milden Hasel-Gebirge, festem Salzthone und klüftigem Gipse, als hauptsächlichstes Gezähstück unter den schon oben angegebenen Namen: Haueisen, Bergeisen, Knappeneisen, Czakan u. s. f. (Vergl. u. A. v. Fichtel, Geschichte des Steinsalzes in Siebenbürgen S. 113. Becker, Journal einer bergmännischen Reise durch Ungarn und Siebenbürgen. Thl. I. S. 130. Hrdina, Geschichte der Wieliczkaer Saline, S. 180. Kopf, Beschreibung der Saline Hall in Tirol, in Karsten und v. Dechen. Arch. für Mineralogie. Bd. XV. (1841.) S. 623. C. J. B. Karsten metallurgische Reise, Halle. 1821. S. 95.)

Als Berghammer von grosen Maasverhältnissen auf erzhaltigem Sandstein im Bleiberge bei Commern, (Vergl. v. Dechen der Bleiberg bei Commern in Karsten Archiv für Bergbau Bd. IX. (1825.) S. 108.) in geringerer Gröse auf dem Harze, gegentheils mit äusserst kurzem Helme, des sehr beschränkten Raumes

Digitized by Google

halber, bei dem ebenso ausgebreiteten als kunstlosen Bleibergbau in Almeria und Adra, besonders bei dem in der Sierra Almagrera in Spanien (Vergl. Paillette über jenen Bergbau in den Annales des mines 3 ser. t. XIX. (1841.) p. 229 u. s. f.). Die Benutzung derselben ist dann die der Keilhaue.

Eine andere nicht selbstständige Anwendung des Schrämhammers ist endlich die als Hülfsgezäh bei der Hereintreibearbeit, theils um mit seiner Bahn Keile einzutreiben, theils selbst als Keil mittelst schwerer Treibefäustel eingetrieben zu werden, wovon bei der Hereintreibearbeit mehr.

§. 26. Die Arbeit mit der Breithaue.

Die Breithaue wird zwar in ihrer Grundform, als breite Keilhaue, wie schon mehr erwähnt worden, hier und da ebenfalls zum Schrämen auf einer mächtigen aber milden Schramschicht angewendet; ihre eigentliche allgemeinere Bestimmung, — ja bei den halbrunden und herzförmigen die alleinige, — ist aber die unmittelbare Gewinnung von Massen von durchgängig gleicher und zwar sehr leichter Gewinnbarkeit, wozu sie vermöge ihrer breiten weiter greifenden Schneide, natürlich weit mehr geeignet ist als die spitze eigentliche Keilhaue.

Dass aber der Widerstand der gröseren Masse welche diese breite Schneide mit jedem Hiebe fassen und abtrennen soll, wo irgend thunlich ein längeres mit freiem, weiten Ausschwunge zu führendes Helm nöthig macht und dieses einen weniger beschränkten Raum bedingt, ist ebenfalls schon angedeutet worden.

Die letztere Bedingung wird fast immer schon durch die allgemeinen Verhältnisse der Massen jener Art erfüllt, welche sich zur Gewinnung mit der Breithaue eignen. Nicht leicht sind es, bei einem Vorkommen von einer solchen Ausdehnung, dass es zweckmäsig und räthlich ist, die ganze Gewinnungsart danach zu regeln, andere als mächtige Ablagerungen welche desshalb und wegen ihrer Lage auf und an der Erd-Oberfläche, durch offenen, also im Raume unbeschränkten, Tagebau oder, wenn ja durch Grubenbau, doch

Digitized by Google

durch sehr weite und hohe abgebaut werden. In beiden Fällen ist auf grose Angriffs- und Abbau-Stöse zu halten um einen vollkommensten Erfolg zu erlangen.

Massen dieser Beschaffenheit sind vornehmlich: Erd- und Braun-Kohle und Lehm, erstere dann wenn sie schon durchgängig zersetzt ist und nicht mehr in einzelnen zusammenhängenden Stücken die Holzstructur behalten hat. Ferner gehören dazu: Thon, Gems, Gerölle, Schutt u. dergl. welche jedoch weniger Gegenstand einer regelmäsigen ausgedehnteren Gewinnung als vielmehr bloser Wegfüllarbeit sind, dei denen die Breithaue immer wieder nur Hülfsgezäh ist.

Die Breithaue wird natürlich ebenfalls mit beiden Händen und zwar am wirksamsten auf die Weise geführt, dass die linke Hand das Helm am unteren Ende fasst, die rechte hingegen beim Anheben am oberen, nicht weit unter dem Eisen, und während des Niederfallens am Helme herab gleitet, bis sie endlich über der linken ruht. Minder wirksam ist dagegen die Breithaue zu führen möglich, wenn beide Hände an ihren Angriffspunkten am Helme für immer fest haften bleiben und letzteres dazu sogar mit Haken und Nase versehen ist. (Vergl. das in §. 12 darüber Gesagte.)

Die Arbeit mit der Breithaue schreitet am besten fort, wenn die Masse noch gerade so viel Zusammenhang hat, dass sie sich in grosen Stücken lösen lässt; ist aber der Zusammenhang sehr gering, oder gegentheils sehr zäh, so kann man nur mehr schrämend, durch Abtrennung in kleinen Brocken, vorrücken.

Bei letzterem und überhaupt einem etwas gröseren Grade des Zusammenhanges, namentlich bei trockenem Letten und Lehm, kommt bei der Breithaue, (wie zuweilen schon bei der gewöhnlichen Keilhaue,) eine Handhabung der Art vor, dass man mit dem Gezäh, nach erfolgtem Einhauen in die Masse, nach Art eines Winkelhebels hin und her wuchtet, und auf diese Weise viel grösere Stücke abzutrennen vermag, als durch bloses Abhauen möglich gewesen wäre, obschon auch wieder jeder Hieb mehr Zeit erfordert. Uebrigens müssen diese Gezähe

Digitized by Google

für diese Art der Anwendung, wesentlich stark im Oehr und Blatt seyn und fest am Helme sitzen.

Bei ganz regelmäsigem Angriffe eines geraden Stoses erfolgt die Gewinnung in derselben Weise wie solche oben, als mit der Keilhaue aus dem Ganzen bewirkt, beschrieben wurde, indem man mit der Herstellung eines Neinbruches beginnt, diesem sogleich die darunter gelegenen Tagewerke bis zur Sohle folgen lässt, und endlich mit den oberen bis zur Förste, schliest, bei welchem Verfahren nicht nur der obere, bei einem hohen Stose grösere Theil, zuvörderst ganz frei gemacht wird, sondern auch nicht zu fürchten ist, dass durch die hereingewonnene obere Masse, der nachzuholende untere Stos überstürzt und verdeckt wird. Hier kann wegen der grosen Gebrächheit der ganzen Masse der Neinbruch recht gut an einer kleinen Ulme begonnen und bis zur anderen fortgeführt werden. Ist der ganze Angriffsstos sehr breit, so theilt man ihn auch wohl vorerst durch senkrechte Schlitze mit der Breithaue in mehrere Abtheilungen von je 5 bis 6′ Breite, sowohl um frei zu machen als auch um die ganze Gewinnung in regelmäsige Abtheilungen zu bringen, welche nach und nach durch einen Häuer oder durch mehrere zusammen angegriffen werden.

Hat man in Tagebauen einen hohen Stos, so ist es ein häufig beliebtes Verfahren den Neinbruch ganz auf die Sohle zu legen und möglichst tief zu führen um so die ganze Wand auf einmal frei zu machen, so dass sie wohl von selbst nachbricht; gerade dieses, — übrigens auch wohl in unterirdischen, z. B. den Tummel-Bauen, angewendete Verfahren, — ist aber, noch abgesehen von der Unregelmäsigkeit, sehr gefährlich, besser vielmehr, einen solchen Stos allemal von oben anzugreifen, und nach und nach strossenweise herauszuhauen, wobei zugleich alles Rüsten durch die Strossen selbst entbehrlich gemacht wird.

Die nähere Erörterung dieser Betriebsweise gehört in die Lehre von den Abbauen.

Digitized by Google

§. 27. Die Arbeit mit dem Schrämspiese.

Der Schrämspies kann, wie schon oben erwähnt worden, nur dann als zur Keilhauenarbeit gehörend angesehen werden, wenn man ihn selbstständig und ohne Mitwirkung eines Fäustels oder Schrämhammers anwendet, was aber selten der Fall ist.

Man bedient sich in diesem Falle seiner zu mehrerer Vertiefung enger tiefer Schräme, in denen für Anwendung der Keilhaue nicht mehr hinreichender Raum und Gelegenheit vorhanden ist.

Der Arbeiter führt dazu den Schrämspies mit beiden Händen, stosend und nach Erfordern wuchtend, was jedoch weder die Ausübung einer grosen Kraft, noch eine sehr regelmäsige, vielmehr nur eine aufs Gerathewohl geführte, Herstellung des Schrames gestattet.

Ueber die völlige Gewinnuug von lockeren Ablagerungen mit zum Theil ganz hölzernen Schrämspiesen, auf welche schon oben §. 5. S. 110 und §. 13. S. 147 hingedeutet wurde, kann, als über eine sehr wenig geeignete und zweckmäsige, welche auch nur bei ungebildeten Völkerschaften vorkommt, nichts weiter bemerkt werden, als dass solche ganz kunstlos, in einem blosen Auflockern der Masse besteht, so dass diese darauf weggerafft werden kann, oder bei schon vorhandenem saigeren Stose, von selbst hereinfällt.

Diese Gewinnungsweise ist daher ihrem Character nach eben so wohl zur Wegfüllarbeit zu zählen.

§. 28. Beispiele von Keilhauenarbeiten und deren Führung.

1) Die Keilhauenarbeit bei dem oberschlesischen Steinkohlenbergbaue; (Vergl. Heinzmann, über die Vorrichtung und den Abbau von Kohlenflötzen, in Karstens Archiv für Bergbau und Hüttenkunde, Band II. (1820.) Heft 2. S. 57 u. s. f.). Bei dem Strecken-Betriebe auf den flachfallenden mächtigen Flötzen in Oberschlesien wird die bis 2½ Lr. breite 1½ bis 2½ Lr. hohe Strecke vor Ort mit der Keilhaue ⁴⁄₈ — ⁵⁄₈ Lr. tief, ¼ Lr. (oft nur vorn 16 bis 18 Zoll, hinten nur 6 Zoll,) hoch verschrämt. Der Schram liegt entweder

auf der Sohle, oder bis 1³/₈ Lr. hoch darüber; wieder an anderen Orten mehr am Dache, indem sich die Ansetzung wesentlich danach richtet ob das Kohl von Ablosungen durchsetzt wird und leicht bricht. Im letzteren Falle, und wenn man sich überhaupt nicht getraut das Flötz in seiner ganzen Mächtigkeit zu unterschrämen, rückt man den Schram mehr oder weniger gegen die Förste, wie diess daher in den meisten Fällen geschieht.

Wird der Schram auf der Mittelbank des Flötzes angesetzt und ist er ⁴/₈ bis ⁵/₈ Lr. weit hintergebracht, so wird das hangende Kohl auf beiden Streckenstösen eben so tief, ⅛ bis ¼ Lr. weit, geschlitzt. Diess ist jedoch zeitraubend und vermindert den Stückkohlenfall, daher man es zu vermeiden sucht, wenn das Kohl gebräch ist und von Schlechten durchsetzt wird.

Die unterschrämte und geschlitzte Kohlenwand von meistens ³/₈ Lr. Mächtigkeit wird hereingekeilt.

Auf diese Weise geht man 1½ bis 2 Lr. weit fort und bildet dadurch eine ebenso lange 1 bis 1½ Lr. hohe Bank auf der Sohle, wobei man das Hangende einstweilen durch Bolzen unterstützt.

Während erstere Arbeit weiter fort schreitet, geht man nun gleichzeitig zur Gewinnung der Unterbank über, die man auf beiden Seiten, soweit es nicht — bei kurzklüftigen leichtbrechenden Kohlen — vermieden werden kann, schlitzt und hereinkeilt oder schiest. So steht der Schram immer 1½ bis 3 Lr. dem Stose der Unterbank voraus, was eine zweckmäsige und solche Vertheilung der Arbeiter gestattet, dass sie einander nicht zu nahe kommen.

Nach Umständen muss man wohl noch eine mehr oder minder mächtige Kohlenschale einstweilen am Dache stehen, um nicht die Gewinnung vor einem zu hohen Stose zu unsicher und gefährlich werden zu lassen; sie wird nachmals geraubt. Man schlitzt auch wohl erst die Niederbank, treibt diese herein, (auf) steift einstweilen die Oberbank ab, und wenn man 2 bis 3 Lachter vorwärts gekommen ist, so schlägt man die Stempel

weg, worauf das Kohl von selbst hereinbricht oder, wo nöthig durch Keile hereingetrieben wird.

Wird der Schram auf der Sohle der Strecke oder auf der Unterbank des Flötzes geführt, so wird er oft 2 bis 3 Lachter hintergebracht, während man die darüber liegende Mittelbank durch verlorne Stempel stützt. Nimmt man diese hinweg so fällt das hangende Kohl von selbst herein, wo nicht, so wird es nach vorhergegangenem Schlitzen auf beiden Seiten, oder nur auf einer, hereingekeilt, selten ist es nöthig zu schiesen.

Auf schwächeren Flötzen findet derselbe Betrieb in kleinerem Maasstabe statt.

Auf der Sohle des Flötzes schrämt man meist dann, wenn das letztere nicht über 2 Lr. mächtig ist; in der Mitte, oder an der Förste, — je nach der weichsten Kohlenbank — wenn das Flötz mächtiger ist; denn bei solchen Flötzen würde es a) gefährlich seyn das Kohl in seiner ganzen Mächtigkeit zu unterschrämen, weil die ganze Masse besonders während des Schlitzens leicht zum Einbruche kommen könnte; b) würde das in der Förste schwebende Kohl zu gefährlich zu gewinnen seyn, da es erst eingebracht werden muss, wenn der Stos 2 bis 3 Lr. weit vorgerückt ist; c) würde es für den Häuer zu schwierig seyn, eine so hohe Kohlenbank über dem Schrame hereinzukeilen, weil er die oberen Bänke kaum mit dem Fäustel erreichen könnte.

Uebrigens gewährt unter den dortigen Verhältnissen das Schrämen auf der Sohle vor dem in der Förste keinen wesentlichen Vortheil, da weder mehr Stückkohlen, noch überhaupt mehr Kohlen fallen, denn die bei mächtigen Flötzen auf einmal hereinkommende unterschrämte Wand, ist zwar gröser als beim Auftreiben, muss aber nachher noch zerkeilt werden.

Bei dem Pfeilerabbaue werden die schwebenden, 2½ bis 3 Lr. breiten Stöse, durch tiefe Schrämarbeit von den unteren Abbaustrecken aus, bis in die darüber liegenden, vom früheren Abbaue her, verbrochenen, getrieben. Hier wie schon beim Streckenbetriebe richtet sich die Stellung des Ortstoses nach dem Verhalten der

Digitized by Google

das Kohl durchsetzenden Schlechten, welchen man den Stos entgegen führen muss, so dass er oft schief steht. Den Schram führt man ebenfalls entweder unmittelbar im Liegenden des Flötzes oder 1 bis 1½ Lr. hoch über der Sohle.

Auch hier führt man den Schram allemal ⅜ bis ½ Lr. tief, keilt dann noch 20 Zoll über demselben herein, so dass er ⅜ Lr. hoch wird und sich der Arbeiter hineinlegen kann und bringt ihn dann mit leichteren Keilhauen mit längeren Helmen noch ¼, ⅜ bis ½ Lr. tief hinein, je nach den durchsetzenden Klüften. Nach dem Einbringen des Schrames, wird auf der Seite des noch anstehenden festen Pfeilers geschlitzt, und das unterschrämte Kohl hereingekeilt oder geschossen. Wegen der grosen Breite der Stöse von 2½ bis 3 Lr. lässt man auf Strecken und vor Pfeilern im Schrame kleine Kohlenpfeiler von 6 Zoll Stärke stehen, oder setzt Bolzen (s. oben §. 20. S. 160.) welche man beide vor dem Einkeilen wegnimmt. Nach dem Einkeilen treibt man den Schram wieder weiter.

Ebenso, nur in kleinerem Masstabe, verfährt man auf schmalen Flötzen.

Auf der Fuchsgrube bei Waldenburg in Schlesien schrämt man auf den 14 Zoll bis 1 Lr. mächtigen Flötzen von 0 bis 15 Grad Fallen in der liegenden Kohlenbank oder auch darüber, 40 Zoll aber auch wohl 50 tief, schlitzt sodann auf beiden Seiten (oft nur auf einer) der 3 Lr. breiten Stöse und gewinnt zuerst das Oberkohl durch Hereinkeilen oder Schiesen; sodann die unter dem Schrame stehen bleibende Schrambank und Niederbank durch Auf- und Abtreiben durch Keile.

Auf der Glückhilf-Grube hingegen, wo man ebenfalls auf schwebenden Flötzen baut, sind diese dem Fallen nach von Klüften durchsetzt, daher man bei dem streichenden Abbaue nur zu schrämen, nicht zu schlitzen braucht.

Auf den minder mächtigen stehenden Flötzen dieses Revieres schrämt man auch wohl mit 20 Zoll Weite im Schieferthone des Liegenden und vermehrt dadurch den

Digitized by Google

Stückkohlenfall namhaft; bei mächtigeren Flötzen der Art würde aber eine solche Vermehrung durch das Schrämen unverhältnissmäsig gering, dagegen die dadurch noch vergröserte Weite des Baues gefährlich werden.

2) Bei dem Steinkohlenbergbaue bei Dresden in Sachsen, insbesondere auf den fiskalischen Werken bei Döhlen, Zaukerode, Pesterwitz, wird ausschliesslich auf dem obersten, mächtigsten, der 3 bis 4 untereinander liegenden Kohlenflötze gebaut. Die ganze Mächtigkeit dieses Flötzes beträgt von 4 bis 10 ja 18 Ellen, wird aber durch ¼ bis 4 Zoll starke Lettenlagen in 7 bis 8 Schichten von 5 bis 44 Zoll Mächtigkeit und von verschiedener Beschaffenheit gesondert.

Auf jenen Werken schrämt man meistens auf der 18 bis 30 Zoll, (durchschnittlich 20 Zoll,) mächtigen Brandschicht, der dritten von oben, und nur wenn diese fester, oder durch Brände — (durch einen starken Bitumengehalt braungefärbte Streifen von feinkörnigem Sandsteine, selbst breitgedrückte Calamitenstämme von ¼ bis 1 Zoll Dicke, 2 bis 9 Zoll Breite, 3 Zoll bis einige Ellen Länge,) — verunreinigt ist, oder wo andere Ursachen es nöthig machen, schrämt man auf einer anderen, gewöhnlich der schwarzen, Schicht, der dritten von unten, welche 18 bis 24 Zoll Mächtigkeit besitzt; ausserdem wohl auch auf anderen, von denen weiter unten zu sprechen seyn wird.

Jene beiden Schichten wählt man aus dem Grunde vorzugsweise zum Schrämen, weil sich die dadurch von ihnen gewonnenen Kohlen vermöge ihrer Weichheit, Schwärze und ihres Glanzes besonders zu Schmiedekohlen eignen; auch die Schichten in einer zum Schrämen bequemen Höhe über der Sohle liegen.

Man führt den Schram 8 bis 10 Zoll hoch, 24 bis 32 Zoll tief, wo möglich auf die ganze Ortsbreite von durchschnittlich 2 Lr. und zwar im unteren Theile der Brandschicht, keilt sodann die darüber liegende Hälfte der Brandschicht als Schieferkohle nach, sobald der Schram 12 Zoll Tiefe erreicht hat, und erweitert dadurch letzteren vorn, um ihn bequem tiefer hauen zu können.

Digitized by Google

Im hinteren Theile bleibt aber die obere Hälfte über dem Schrame stehen und wird nachmals mit dem Oberhange — d. h. dem unterschrämten Kohl — hereingeschossen.

Eine bestimmte Ordnung und Regelmäsigkeit der Hiebe ist bei diesem Schrämen, wie bei dem auf Steinkohlen überhaupt, wegen der minderen Festigkeit der Schramschicht, nicht nothwendig, daher nicht in Gebrauch. — Die Hiebe werden alle horizontal geführt.

Tiefer als 36 Zoll schrämt man nie, weil die Schüsse im Oberhange und in der Strosse selten weiter greifen würden, weshalb man auch die Strosse nicht weiter zurückstehen lässt.

Man fängt den Schram allemal am tiefsten Puncte, im Fallstose an. Die Brände erschweren das Schrämen sehr, sowohl durch die Häufigkeit ihres Vorkommens als durch den hohen Grad ihrer Festigkeit, insbesondere aber dadurch dass sie den Häuer nöthigen ununterbrochen darauf Acht zu haben, dass er keine Brandstreifchen mit in die Kohle haut, vielmehr solche Stellen, wo viel Brände zusammen kommen mit dem Schrämen umgeht und stehen lässt. —

Eine andere grose Behinderung erzeugen die Kämme, — d. h. kleine, wenig mächtige Gänge von Quarz, Kalkspath und Sandstein, — sowohl durch ihre eigene Festigkeit als auch diejenige welche die Kohle in ihrer Nähe anzunehmen pflegt; ferner durch die Verunreinigung der Kohle durch diese Kämme, woraus die Nothwendigkeit erwächst, den Schram der Höhe nach in mehreren kleinen, über einander liegenden Abtheilungen herzustellen, auch die mit den Kämmen verwachsenen Kohlen an solchen als Schalen stehen zu lassen.

Ein Zusammenvorkommen von Bränden und Schalen macht oft die Kohlen so schlecht, dass sie nur zu Kalkkohlen — der geringsten Sorte — tauglich sind, ja es lässt wohl überhaupt den ganzen Schram nicht zweckmäsig hauen.

Zu berücksichtigen sind ferner beim Schrämen die sogenannten Glätten, d. h. glatte, glänzende, zum

Digitized by Google

Theil mit dünnen Blättchen von Schwefelkies oder Kalkspath überzogenen Absonderungsflächen, welche ziemlich senkrecht stehend die Kohle unter zwei Hauptrichtungen durchsetzen, die einander unter spitzem Winkel schneiden und von denen die eine vorherrscht. Die durch sie bewirkte Spaltung der Kohle in rhomboedrische Bruchstücke erleichtert die Gewinnung, daher der Häuer die Hiebe nach der vorwaltenden Richtung führen muss, um gutspänende, nicht kurzwürflich abspringende Kohlen zu hauen.

Ausnahmsweise schrämt man wohl auch auf einer der anderen Schichten, die sich unter den jemaligen Umständen am Besten dazu eignet; selten oder nie aber in der obersten oder untersten Schicht, welche nicht leicht hinreichend weiche Kohlen führen, auch überhaupt ihrer Lage im Flötze nach nicht für den Schram geeignet sind; (jedoch geschieht diess in anderen Theilen des dortigen Steinkohlenrevieres.)

Eignet sich die, unter der Brandschicht liegende Lettenschicht, die sogenannte grosse Lette, durch Milde und hinreichende Mächtigkeit (1½ bis 2 Zoll) zum Schrämen, so wird auch auf ihr geschrämt, jedoch mit dem Schrämspiese (dort Schrämmeisel genannt,) mit Hülfe des Fäustels, daher diese Arbeit nicht hierher gehört.

Andererseits ist zuweilen die über der untersten Schicht liegende fremde Schicht-Lette so mild und (bis 8 bis 10 Zoll) mächtig, dass auf ihr und zwar vortheilhaft mit der Taf. IV. Fig. 2. dargestellten Letthaue geschrämt werden kann. Da diese Lette sehr tief liegt, sogar die Sohle des Ortes bildet, wenn die darunter liegende unterste, fremde, Schicht taub ist und daher nicht mit gewonnen wird, so wird dadurch freilich die Arbeit unbequemer, die Leistung geringer, dagegen gewährt das Schrämen darauf den Vortheil, dass dabei gar keine Kohle klein gehauen wird.

Dem Schrämen folgt das Schlitzen oder Schneiden, rechtwinklich auf den Schram, also des flachen Fallens des Flötzes halber fast vertikal. Man wendet es da an

Digitized by Google

1) wo der Abbaustos eine breite ununterbrochene Fläche bildet; meist auf eine Ortsbreite nur ein selten zwei Mal, in beiden Seiten. 2) nur da wo das Kohl ziemlich rein von Kämmen ist, weil man ausserdem lieber die Bohrlöcher so ansetzt, dass der Schuss an den Kämmen aufschlägt.

Der Schnitt wird etwa 42 Zoll hoch, 30 Zoll tief, vorn 9 Zoll, hinten 3 Zoll weit geführt. Man schneidet zuerst im Oberhange, — der Oberbank — schiest sie herein, schneidet hierauf sogleich in der Strosse, — der Unterbank, — wenn diese überhaupt geschnitten wird, und gewinnt diese herein ohne vorher nochmals zu schrämen, weil die Bohrlöcher sowohl im Oberhange als in der Strosse nicht weiter als bis auf die oben bezeichnete Schramtiefe greifen würden.

Beim Schneiden ist, ohngeachtet der Bequemlichkeit die Hiebe saiger abwärts führen zu können, die Leistung nicht gröser als beim Schrämen in horizontaler Richtung, weil der Schlitz enger als der Schram geführt wird, daher bei gröserer Tiefe des ersteren das Helm am untersten Ende gefasst werden muss, wodurch der Hieb unsicher und kraftlos wird.

Eine weitere Anwendung der Keilhane bei diesem Bergbaue kommt bei dem Ortsbetriebe im Thonsteine vor, der das Rücken - — hangende — Gebirge der Steinkohlen bildet, sofern derselbe mild genug dazu ist. Hier wird der Schram in der halben Ortshöhe $3/4$ Lr., d. i. soviel als die Ortsweite, lang, 12 bis 14 Zoll weit, (hoch), 20 bis 22 Zoll tief hergestellt, worauf die übrige Gewinnung durch Sprengen erfolgt.

3) Auf den flachfallenden Steinkohlenflötzen bei Zwickau in Sachsen, (zu Bockwa u. s. f.) wird bei 6 Fus und mehr Mächtigkeit der Flötze, in der halben Höhe der letzteren der Schram geführt, würde dieser aber in die Nähe eines eingelagerten Bergmittels (Lette,) treffen, so legt man ihn so, dass dasselbe das Dach oder die Sohle des Schrames bildet. Hat man aber zwei dergleichen Zwischenmittel (Scheeren) und nicht über 2 Fus

Digitized by Google

mächtiges Kohl dazwischen, so lässt man diese ganze Höhe von dem Schrame einnehmen.

In die halbe Höhe oder auf die Sohle legt man den Schram auch dann, wenn das Kohl ganz rein von Scheeren ist; in das Dach selten, nur etwa dann, wenn das Kohl sehr zerklüftet ist, daher bei einem tiefer geführten Schram hereinbrechen würde.

Auf der Sohle wird der Schram häufiger geführt wenn die Flötze nur etwa 4 Fus mächtig sind.

Der Schram bekommt selten weniger als 2 bis 3 Fus Tiefe; bei nur etwa 4 Fus mächtigen Flötzen 6 bis 8 Zoll Höhe, bei mächtigeren wenigstens 12 Zoll, ja bei den mächtigsten wohl — durch Nachkeilen — 2 bis 3 Fus, so dass der Arbeiter darin liegen kann.

Nach dem Schrämen wird auf beiden Seiten oder nur auf einer des Stoses, geschlitzt, worauf man erst die Oberbank, dann die Unterbank, hereinkeilt.

4) Die Kohlengewinnung zu Prevali in Inneröstereich (Vergl. Jahrbuch der montanistischen Lehranstalt zu Vordernberg auf 1841. S. 75 u. s. f.).

Hier wie in Voitsberg, Lankowiz u. a. O. baut man auf sehr mächtigen Stein- und Braunkohlen-Flötzen. Der 15 bis 24 Fus hohen, auf der Sohle 15—18 Fus, in der Förste aber nur 2—4′ weiten Abbaustrecke, wird an der Förste ein kleines nur 5 bis 6 Fus hohes Ort mit Schrämen, in der Förste voraus getrieben, hierauf die ganze Ortshöhe in einzelnen Bänken und Stösen nachgenommen, sodann zu beiden Seiten in je 3 Fus Entfernung hinter einander geschlitzt und das Ort durch Hereintreiben und Schiesen, bis auf die grösere Breite ausgeweitet.

In den engeren Stölln und Wetterstrecken wird nur in der Förste geschrämt, und nach dem Schlitzen auf den Seiten mit Keilen aufgetrieben; vor weiten Oertern hingegen soll das Schiesen mehr Vortheil gewähren*)

*) Dass auch selbst bei Braunkohlen von etwas gröserer Festigkeit zuweilen Schrämen und Schlitzen, sogar in beiden Ulmen ange-

Digitized by Google

5) Die Keilhauenarbeit bei dem **mansfeldischen Kupferschieferbergbau.** — Strebbau.

Sie ist ebensowohl wegen der geringen Mächtigkeit des Flötzes, insbesondere der Schramschichten darauf, als auch wegen der Festigkeit desselben, endlich der unbequemen Lage der Arbeiter, jedenfalls eine der schwierigsten und deshalb lehrreichsten, daher sie hier ausführlicher behandelt werden soll, als es ausserdem nöthig und selbst zweckgemäs scheinen möchte.

Die zum Kupferschieferflötze gerechneten Schichten sind dort von oben nach unten gezählt:

Noberge	6	bis	8	Zoll	mächtig,
Schieferkopf	4	—	6	—	—
Kammschale	1	—	3	—	—
Lette	3	—	4	—	—

also die Gesammtmächtigkeit des Flötzes 14 bis 21 Zoll, das Fallen des Flötzes 10 bis 15 Grad.

Auf der Lette, als der mildesten und untersten Schicht, wird in der Regel geschrämt.

Jeder Häuer bekommt einen Stos von 1 bis 1¼ Lr. Breite, (Länge) bei fester, von 1½ Lr. Breite, bei milder Arbeit, und schrämt am besten vom Anfangspunkte, an der einen Seite beginnend und über die ganze Breite fort, möglichst tief hineingehend.

Dieses Schrämen (Lochen,) ist hier die Hauptarbeit mit der Keilhaue; ihm folgt das Nachschlagen oder Hereinschiesen der Schiefer, diesem das der Berge — der tauben Schichten — soweit letzteres nöthig ist um hinreichende Höhe der Oertung zu bekommen

Je nach der Festigkeit des Strebes hat man auf verschiedene Weisen zu verfahren, deren sich wesentlich 3 unterscheiden, je nachdem:

---

wendet wird, davon giebt der Braunkohlenbergbau zu Wildshut im österreichischen Innviertel ein Beispiel, (Vergl. v. Moll, Annalen der Berg- und Hütten-Kunde Bd. IV. (1808.) S. 23.) auch kommt dasselbe schon theilweis bei dem Abbaue der Braunkohlenlager zwischen dem böhmischen Mittel- und dem sächsischen Erz-Gebirge vor.

Digitized by Google

A) sich die Lette vom Liegenden und der Kammschale ablöst;

B) wenn sie sich nur vom Liegenden ablöst;

C) wenn sie sich weder vom Liegenden noch der Kammschale ablöst.

A) Verfahren im ersten Falle, wenn sich die Lette vom Liegenden und von der Kammschale ablöst.

Man haut zuerst dicht am Liegenden einen Ritz von 1 bis 1½ Zoll Höhe, 6 Zoll Länge und ½ Zoll Tiefe, worauf sie die darüber liegende Lette 1 bis 1½ Zoll hoch entweder von selbst nachdrückt, oder leicht hereingehauen werden kann, fährt auf diese Weise fort bis dieser Ritz 5 bis 6 Zoll Tiefe und ¾ bis 1 Lachter Länge erreicht hat. Sodann schlägt man die ganze übrige Lette entweder mit der Keilhaue oder, bei mehr Festigkeit, mit Keilen nach. Im ersteren Falle haut man wieder in der Mitte der ausgeschrämten Länge zwischen Kammschale und Lette eine kleine Brunne mit langsamen Schlägen, wodurch sich die Lette ganz ablöst, und fährt so fort. Eine gleiche Brunne wird auch für das nachmalige Einsetzen des Keiles gehauen, dessen Anwendung nicht weiter hierher gehört; jedoch beginnt das Nachschlagen der Lette auch wohl an dem einen Ende, wenn hier die Umstände günstiger sind.

Nach diesem Nachschlagen locht man wieder tiefer hinein, schlägt abermals nach u. s. f. bis der Schram die beabsichtigte Tiefe hat.

Der erste Anfang mit dem Lochen wird allemal an dem einen Ende des Ortstoses, gewöhnlich dem am tiefsten liegenden, gemacht. Die Spitze der Keilhaue muss dabei, um stets Stos zu halten und den Schram nicht hinten spitz zulaufen zu lassen, rechtwinklich gegen letzteren stehen.

Im zweiten Falle, ad B, wenn sich die Lette nur von dem Liegenden ablöst, spitzt man zuerst oben d. h. man haut 1 bis 1½ Zoll über dem Liegenden 2 bis 3 Mal in je 1 Zoll Entfernung von einander in die Lette ¼ Zoll tief, sodann spitzt man unten, indem man auf den Ablösungsklüften zwischen Liegenden und Lette

einen bis zwei Hiebe thut, davon den zweiten ½ Zoll weiter vorwärts als den zweiten oder den dritten beim oberen Spitzen, damit die Lette besser ausspringt, und wiederholt diess bis der Schram seine gehörige Tiefe von 5 bis 6 Zoll hat, worauf wie ad A, verfahren wird *); das untere Spitzen wird wohl auch weggelassen und gleich 1 Zoll hoch die Lette nachgeschlagen.

Es wird sonach nicht nur der Schram allemal derjenigen Seite näher gelegt, auf welcher die Lette angewachsen ist, sondern auch daselbst eine grösere Anzahl von Hieben geführt. Uebrigens kommt auch der Fall vor, dass die Lette sich oben ablöst, aber unten auf dem Liegenden aufsitzt; dann wird natürlich unten auf dem Liegenden hin gespitzt und in der Lette darüber zugeschlagen.

Ad C, wenn die Lette oben und untenangewachsen, was der schwierigste Fall ist, so führt man den ersten Hieb unten, dicht über dem Liegenden in die Lette, sodann einen zweiten höchstens 1½ Zoll darüber, ebenfalls in die Lette, rückt dann 1 Zoll weiter vorwärts und verfährt ebenso, wodurch das zwischen diesen vier Hieben eingeschlossene Stück herausgesprengt wird.

Schon hieraus geht hervor dass man wesentlich vier verschiedene Arten hat, die Hiebe bei so enger Schramführung zu setzen, (welche letztere vereint mit der grosen Festigkeit, allerdings eine sehr grose Regelmäsigkeit unentbehrlich macht);

1) je zwei oben neben einander und den dritten darunter, (s. Taf. IV. Fig. 17.) wenn Zusammenhang und Festigkeit oben gröser sind.

2) je zwei untere neben einander und den dritten darüber, (s. Taf. IV. Fig. 18.) wenn unten mehr Zusammenhang und Festigkeit,

3) den eigentlichen sogenannten Krähenfus eine

---

*) Spitzen oder Ausspitzen nennt man überhaupt: wenn der Schram anfangs ganz niedrig, ohngefähr ¾ bis 1 Zoll hoch und zwar auf die ganze Ortsbreite, so tief geführt wird, als man hinterkommen kann.

Digitized by Google

der gewöhnlichsten Weisen, bei mittelmäsig festem Strebe, wobei drei Hiebe in der Taf. IV. Fig. 19. bezeichneten Ordnung gesetzt werden; der Hauptsache nach der eine unten zwischen Liegendem und Lette, der zweite 1½ Zoll hoch darüber, der dritte davor in die Mitte zwischen beiden.

4) gleiche Vertheilung der vier Hiebe, oben und unten.

Ist aber die Lette sehr fest, so kommt wohl noch eine fünfte Art dazu, nehmlich dass man zuerst oben in der Kammschale zwei Hiebe, etwa 1 Zoll von einander, den dritten aber unten zwischen dem Liegenden und der Lette und zwar in der Mitte zwischen den oberen, sodann umgekehrt zwei Hiebe unten und den dritten oben führt und so fortfährt (s. Taf. IV. Fig. 21.); diess nennt man wohl ebenfalls den Krähenfus. —

Bei fester Arbeit endlich, wo sich die Lette weder oben noch unten löst, haut man wohl bei der Schramführung überhaupt nach Gutdünken dahin, wo sich eine Hervorragung findet, oder wo man glaubt dass ein Stückchen Schiefer herausgebrochen werden könnte, jedoch auch da mehr oben als unten hin, weil der festere Schieferkopf den Hieb mehr in die weiche Lette weist, so dass der Schram hinten spitz zuläuft. Man setzt dann meist die Hiebe nur oben und unten, in der Mitte aber keine, weil dadurch der Schram von oben wie von unten spitz zulaufen würde.

Ist die Lette weniger fest und am Schieferkopfe festgewachsen, so führt man wohl auch oben und unten getrennte lange schmale Schrämchen und haut die Lette dazwischen immer nach; beim oberen Schrämchen thut man entweder oben und unten gleich viel Hiebe, oder unten mehr; beim unteren Schrämchen aber gewöhnlich unten mehr.

Hat die Lette nur oben am Schieferkopfe Ablosung, was ebenfalls vorkommt, so thut man, wie schon sub B angedeutet, mehr untere Hiebe, oder führt, wenn man sehr tief schrämen will, zwischen der Lette und dem Liegenden ein schmales Schrämchen, das man von Zeit

Digitized by Google

zu Zeit durch Nachschlagen erweitert. Man setzt auch wohl die Hiebe abwechselnd oben und unten hin und locht 4 bis 5 Zoll tief auf die mehr angegebene Länge, indem man den Schram ohne ihn weiter zu öffnen absichtlich hinten zulaufen lässt.

Löst sich die Lette oben und unten, so nimmt man den Schram zuerst ½ bis ¾ Zoll hoch, führt allemal 3 bis 4 Hiebe oben und einen unten hin, so springt die Lette ohne weitere Mühe auf; hat man auf diese Weise ½ bis ¾ Lr. lang gespitzt, so fängt man wieder am ersten Anfange an, nimmt wieder 1 Zoll, oder weniger, höher von der Lette und haut damit den Schram wieder auf.

Derselbe wird sonach nur allmählig höher gemacht, was vorzüglicher ist als ihn mit der ganzen Höhe auf einmal anzulegen und über den Ortstos hinzuführen.

Das Nachschlagen der Lette beim Schrämen mit Keilhauen oder Keilen erfolgt, wie schon bemerkt, in langsamen, gleichförmigen Schlägen, so dass sie sich in ganzen Schalen zieht, worauf man von Neuem schrämt. Auf diese Weise kann man wohl 16 bis 18 Zoll tief lochen.

Bei ganz milder Lette braucht man auf alle diese Vortheile nicht so ängstlich zu achten.

Der erste Angriff wird natürlich auch hier mit einem, wenn auch kleinen, Einbruche in Gestalt eines Dreiseites, (eines seiner Länge nach aufgerichteten dreiseitigen Prismas) gemacht, ohne welchen der Schram schlecht ausfällt. Bei fester Arbeit führt man auf diese Weise den eigentlichen Schram nach und nach 8 bis 10 Zoll, bei minderer 12 bis 14, ja noch mehr Zoll tief, aber minder hoch als ersteren, weil man ihn eher aufhauen kann, wenn er spitz zuläuft. Bei sehr festem Gestein erhält er aber wohl nur 6 Zoll Tiefe.

Auf das Schrämen folgt das Nachschlagen, Nachgewinnen des verschrämten Flötzes, was, der Art der Arbeit nach, nicht hierher gehört.

Muss man auf gültigen, d. h. haltigen, im Gedinge

Digitized by Google

geltenden Schiefern schrämen, so muss der Schram möglichst niedrig, nur 1½ Zoll hoch werden, um nicht zuviel Klares zu geben, dagegen schrämt man auch nicht zu tief auf einmal vor, um nicht beim Nachgewinnen — Nachschiesen — zu grose Wacken in die Masse zu bekommen, die erst wieder zerkeilt werden müssen, theilweis schon an und für sich von verschiedenem Gehalte sind.

Endlich ist auch das Verfahren je nach der Gewohnheit der Arbeiter verschieden. Mancher führt einen hohen Schram womit er tief hineinkommt, jedoch mit unnöthigem Kraft- und Zeit-Aufwande; ein anderer spitzt nur auf dem Liegenden, womit er zwar nicht weit hinterkommt, die Schiefer aber beim Zuschlagen in Würfel brechen.

Liegen Quarzknoten im Strebe, so sucht man wohl diese ringsherum zu umlochen und dann mit Schlägel und Eisen, statt mit der Keilhaue, zu gewinnen. Dergleichen Quarzknoten, oder auch die pelzige Beschaffenheit des Schrames halten, auch bei sonst ziemlicher Milde, das Schrämen sehr auf.

Die Arbeit erfolgt am vortheilhaftesten, wenn der eigentliche Ausschram 1 Zoll hoch ist und die obere Schale sich nachzieht, so dass sie von Zeit zu Zeit nachgeschlagen werden kann, damit der Schram vorn höher wird, offen bleibt und Stos behält; die Lette nicht auf dem Liegenden angewachsen, nicht quarzig ist. Minder günstig ist mächtiger Ausschram, (mächtiges Lochen).

Erleichtert wird ferner das Schrämen, sowie die ganze Arbeit auf dem Flötze, durch die dem Ortstose parallel aufsetzenden Bahnen (Ablosungsklüfte). Setzen dergleichen dem Orte entlang auf, so locht man nur bis auf sie, weil der Schiefer ohnehin beim Nachschlagen an ihnen abbrechen würde, nach letzterem aber weit bequemer von Neuem gelocht werden kann, daher man das Streichen der Bahnen schon bei Bestimmung der Richtung der Strebflügel berücksichtigt. Durchsetzende Quarzbahnen aber verhindern ein tiefes Lochen durch das Zurückwerfen der Keilhauen und bewirken ein Zu-

Digitized by Google

laufen des Schrames; man muss sie wie die Knoten mit stumpfen Keilhauen umlochen bis der Quarz herausspringt oder mit Schlägel und Eisen gewinnen.

Sehr schwer ist es das Zulaufen des Schrames gleich im Anfange zu verhindern, wenn die Lette schief wegspringt oder wenn sie auf dem Liegenden aufsitzt. Im ersten Falle bedient man sich des schon oben erwähnten Mittels, einen Strebkeil oder ein Stück Lette auf die Sohle des Schrames zu legen; im zweiten führt man die Hiebe mehr von oben nach unten. Im Allgemeinen hat man, um das Zulaufen des Schrames zu verhüten, denselben immer oben etwas tiefer zu halten, als unten; hat man aber den Stos im Schrame ganz verloren, so muss man ihn mit ganz scharfen Keilhauen wieder aufzuhauen suchen. In allen Fällen lässt sich ein verkrüpelter Schram schwer wieder ausrichten und es ist am besten über dem alten einen neuen anzufangen, was freilich schon wegen der gröseren Festigkeit des Schieferkopfes schwierig ist.

Hinderlich sind dem tiefen Lochen auch zudringende Wasser, die der Häuer durch Schlagen von Lettendämmen abhalten und nach dem Bergversatze (Mauersatze) hin abführen muss.

Eine andere Erschwerung der Arbeit findet durch beschränkten Raum statt. Für jeden Häuer muss der Raum wenigstens 1 Lr. lang und 5—6 Fus weit seyn.

Wenn sich der Schiefer eher fühlt und lose wird, ehe das Lochen beendigt ist, so unterstützt man die unterschrämten Schichten an den druckhaftesten Punkten mit kurzen Bolzen.

Ist die Lette sehr zäh, so hat man wesentlich durch Spitzen vorwärts zu gehen, weil bei versuchtem Nachschlagen sich die Lette biegt, aber nicht abbricht.

Vortheilhaft ist es auf längeren Strebflügeln den Schram vor dem ganzen Flügel fortzuführen, weil sich dann die Schiefer besser hereindrücken, das Nachschlagen leichter wird, daher dann jeder Mann der Kameradschaft den Schram von seinem Nachbar zu übernehmen hat; jeder führt ihn 1 bis 2 Lr. lang, jedoch lässt man

13*

Digitized by Google

ihn auch an Flötzbahnen und Abdrücken (Ablosungen) endigen, welche ein Hereindrücken des Daches veranlassen.

Da das Lochen an sich stets scharfe Keilhauen erfordert, so müssen bei fester Arbeit im Schiefer 10 bis 14 Keilhauen vorhanden seyn, bei milder reichen 4 bis 5 hin; da man aber nicht immer eine so grose Anzahl besitzt, so lässt man schon während der Schicht die verschlagenen (abgestumpften) ausführen, schärfen und sogleich wieder hereinschicken; (ein Verfahren welches freilich nur bei nicht zu tiefen Bauen und nicht zu groser Entfernung der Schmiede anwendbar, in neuerer Zeit aber an gelegenen Punkten z. B. bei Stollnbetrieb, wo es nicht an Wetterzug fehlte, auch dadurch unterstützt worden ist, dass man die Schmiede in der Grube selbst aufstellte*). (Vergl. das oben §. 9 Gesagte.)

Nicht unerwähnt darf endlich bleiben, dass wo Stölln und Oerter von gröserer Höhe betrieben werden, denen man letztere durch Nachreissen des Daches geben muss, das Lochen in der Lette, das Nachschlagen des Schieferkopfes, sowie das endliche Zuschlagen der Noberge insgesammt als Schram bezeichnet und betrachtet, daher ein solcher Schram wohl 24 bis 26 Zoll tief wird**).

---

*) Dasselbe geschieht auch in England und in Mexico. Vergl. v. Dechen, über den englischen Steinkohlenbergbau, in Karsten Archiv für Mineralogie. Bd. VI. (1833) S. 123. und F. A. v. Humboldt; Versuch über den politischen Zustand des Königreichs Neuspanien. Tübingen 1813 Bd. IV. S. 94.

**) In etwas veränderter Weise wird die Keilhauenarbeit und überhaupt die Gewinnung auf demselben Kupferschieferflötze zu Richelsdorf in Hessen betrieben; theils nach der verschiedenen Lage des sogenannten Striches d. i. der Absonderungsflächen, welche meist mit viel Gebrächheit des nächstliegenden Gesteines verbunden sind, auf welchem geschrämt wird, theils nach der absoluten Höhe der Baue, welche entweder bei gewöhnlicher niedriger Oertung eigentliche Krummhälserarbeit, oder besonders bei höherer (in sehr gebrächem Dachgesteine,) sogenannte Klopfarbeit anwenden lässt, theils endlich je nach der Art der Baue, vor eigentlichem Streb- als Ab-Bau, oder vor Oertern. (Vergl. Ky, über den Kupferschieferbergbau zu Richelsdorf in Hessen, in Karsten und v. Dechen Archiv für Mineralogie u. s. f. Bd. XVII. (1843) S. 757. u. s. f.)

Digitized by Google

6) Bei dem Steinsalzbergbaue zu Dieuze in Frankreich, im Départ. de la Meurthe (Vergl. Annales des mines 3. ser. t. VI. (1834) p. 148) auf dem 11ten der dortigen Flötze von 5,2 mètres Mächtigkeit, betreibt man 6 mètres breite gewölbte Strecken, welche noch 1 m. Steinsalz am Dache stehen lassen und einander rechtwinklich durchkreuzen; zwischen ihnen bleiben Pfeiler von $4^{2}/_{3}$ mèt. Seitenbreite stehen, die man nachmals abbaut. Die Gewinnung erfolgt in zwei Strossen; jede, die obere zuerst, wird unterschrämt, dann auf beiden Seiten geschlitzt und endlich hereingeschossen. Schräme und Schlitze bekommen, 0,55 Tiefe*).

7) Einen der seltneren Fälle wo schon das Schrämen allein zu einem Theile der Gewinnung hinreicht, bietet der Steinkohlenabbau in Staffordshire in England, auf dem ten yards coal- oder main-coal-Flötze dar.

Hier unterschrämen die Häuer 8 bis 9 □ Yards Fläche, 2 bis $2^{1}/_{2}$ Fus hoch, schlitzen hierauf in beiden Stösen 4 bis 5 Fus hoch, 8 bis 9 Zoll weit, aber auch wohl 6 bis 7 Fus hoch und so weit, dass ein Mann darin stehen kann, und reissen dann mit langen mit eisernen Spitzen und Haken bewaffneten Haken aus der Ferne die im Schram uud Schlitze stehen gelassenen Beine weg, worauf das Kohl soweit es unterschrämt und geschlitzt ist, von selbst hereinbricht, da es sich nicht mehr halten kann. Hierauf werden die oberen Bänke nachgerissen. (Vergl. v. Dechen in Karsten Archiv für Mineralogie Bd. VI. (1833) S. 69.)**).

---

*) Eine ähnliche Gewinnung, jedoch nicht eigentlich durch Unterschrämen, sondern Unterhauen, Kerben zu beiden Seiten und nachmaliges Hereinschiesen findet auf einer 12 bis 15 Fus mächtigen Steinsalzbank zu Marston bei Rockpit in der Gegend von Northwich in England gelegen statt. (Vergl. Karsten Archiv f. Bergbau. Bd. XVIII, (1829) S. 256).

**) Ausserdem kommt eine Gewinnung durch bloses Unterschrämen, (obschon letzteres weniger durch eigentliche Keilhauenarbeit) nur noch etwa in Sandsteinbrüchen vor, wenn das Gestein, — vorzugsweise Quadersandstein — von saigeren, offenen Ablosungsklüften durchsetzt wird, bis zu denen man die oft 20 bis 30 Ellen hohen

8) Bei dem siebenbürgischen Steinsalzbergbaue wird das Steinsalz auf der Sohle groser, nach und nach durch den Betrieb ausgehauener Weitungen in sehr breiten, 1 Fus hohen Bänken strossenartig gewonnen. Der Häuer sondert durch einen langen, dem vorderen Stose der Strosse parallelen Schram oder Schlitz und zwei kürzere rechtwinklich darauf stehende, welche alle mit einem schwereren oder leichteren Czakan hergestellt werden, ein Parallelepipedum ab, welches er dann durch am Fuse des vorderen Stoses eingesetzte Keile hereintreibt. Die Schräme und Schlitze erhalten 4 Zoll Weite und 1 Fus Tiefe.

(Vergl. W. G. E. Becker, Journal einer bergmännischen Reise durch Ungarn und Siebenbürgen, Thl. II. S. 130 und J. E. v. Fichtel, Geschichte des Steinsalzes und der Steinsalzgruben in Siebenbürgen S. 113).

Der Betrieb der 1 bis 2 Klafter breiten, 1 Klafter hohen Oerter, der fast lediglich mit dem Czakan erfolgt, wird in lauter saigeren von der Förste bis zur Sohle geführten Tagewerken bewirkt. Für den Einbruch von 2 Fus Breite und 1 Fus Tiefe wird zu beiden Seiten desselben 6 Zoll weit und 1 Fus tief geschrämt, der dazwischen liegende mittlere Theil durch ähnliche aber söhlige Schräme in der Förste, Sohle und der halben Höhe eingetheilt und sodann hereingekeilt. Dieser Einbruch erfordert daher auch mehrere Schichten, während die folgenden Tagewerke jedes nur zwei brauchen, eine zum Verschrämen, (ohne Theilung), eine zweite zum Hereintreiben.

9) Eine verschiedene Gewinnungsart des Steinsalzes, sowohl in Abteufen als auch vor Oertern, ist die besonders in Wieliczka, wie auch in Bochnia angewendete: in Spiegeln; eine Weise die sich vornehmlich durch eine eigenthümliche und vorwaltende Anwendung des Schrämens bemerklich macht.

Wände unterschrämt, einstweilen durch untergesetzte Bolzen absteift und sodann, oft schon durch Wegziehen oder Wegbrennen dieser Stützen, zum Hereinstürzen bringt.

Digitized by Google

Beim Abteufen im Salze, meist von 2 Klafter Länge, 1 bis 2 Klafter Weite, schrämt man in den kurzen und langen Stösen saiger nieder und theilt sodann den ganzen lichten Queerschnitt durch 2 andere Schräme in 3 gleiche Theile — Spiegel. — Die Schräme werden, der Natur der Sache gemäs, unten enger als oben, jeder 35 Decimalzoll (0,35 Klafter) tief geführt. Die Spiegel werden nachmals hereingeschossen.

Die Strecken sind gegenwärtig nur 1,225 Klafter hoch, 0,95 Klafter weit. Man haut in jeder Ulme einen Schram, wobei man den Einbruch in die halbe Höhe legt und dann den oberen Theil von da bis gegen die Förste nachnimmt, worauf auch der untere bis auf die Sohle niedergehauen wird.

Die Häuer müssen sich dieser Stellung der Schräme halber von Jugend an gewöhnen, links oder rechts zu arbeiten, dergestalt dass dann immer ein Links- und ein Rechts-Händler zusammengelegt werden*); (Vergl. oben §. 23. das über das Schlitzen Gesagte.) Hierauf werden von der Mitte der Ortsbreite aus in der Förste und dann in der Sohle zwei eben so tiefe Schräme ausgehauen; alle vier Schräme zusammen bilden und umgränzen den Streckenspiegel, den man nachmals hereinschiest und zersetzt.

Bei der Steinsalzgewinnung in weiten Abbauen, den sogenannten Kammern, wird zunächst ein Einbruch von der Förste bis zur Sohle hergestellt, der die Dicke eines Balwanes zur Tiefe haben muss, d. i. eines fassförmigen Körpers von 16,8 Wiener Zoll gröster Stärke in der Mitte, und 31,5 Wiener Zoll Länge. Parallel diesem Einbruche, in der Entfernung einer einfachen oder doppelten Länge eines Balwanes, haut man hierauf einen Schram, sodann einen zweiten u. s. f. und stellt auf diese Weise mehrere Streifen (Bänder) dar, die man

*) Dieses Anlernen zum links oder rechts Arbeiten findet auch schon bei dem obenerwähnten Kupferschieferbergbaue statt, obschon weniger oft unentbehrlich, weil — s. oben §. 28. No. 5. — der Arbeiter nach Erfordern auch mit dem Kopfe abwärts gerichtet liegt; — am meisten noch zu Richelsdorf in Hessen; auch zu Sangerhausen in Thüringen.

Digitized by Google

nachmals mit Keilen hereintreibt. Die Häuer durch welche diese Arbeit vorzugsweise verrichtet wird, heissen daher: Bandhäuer.

Jener Einbruch wird übrigens auch hier wieder dadurch hergestellt, dass man zwei 2 bis 3 Zoll weite Schräme in etwa 3 Fus Entfernung von einander, resp. von der Förste bis zur Sohle, herstellt, diese wieder in der Förste und Sohle durch zwei andere horizontale Schräme verbindet und den dadurch umgrenzten Spiegel ebenfalls hereinschiest.

Ist aber die Wand sehr hoch, so darf der Gefahr wegen, nicht mehr als 2,1 bis 2,43 Klafter von der Förste herab geschrämt werden; ist man mit der Gewinnung der dadurch gebildeten Bänder ein Stück vorwärts gekommen, so wird die unten stehen gebliebene Bank auf dieselbe Weise hereingenommen. (Vergl. Hrdina a. a. O. S. 168. 180. 185 und A. v. Sydow, Bemerkungen auf einer Reise nach den Centralkarpathen (1830) S. 102 u. A.)

10) Die Gewinnung auf den Brauneisensteinlagern im Glimmerschiefer, bei Wilkau im sächsischen Erzgebirge, (Scheibenberger Bergamtsrevier,) erfolgt lediglich durch Keilhauenarbeit und zwar ohne Schrämen.

Der Brauneisenstein ist thonig-sandig, sogenannter Mulm, 2 Fus und mehr mächtig und so mild dass man auch die Gewinnung fast lediglich mit der Keilhaue bewirkt.

Ortsbetrieb und Abbau erfolgen in saigeren Stösen von je 0,2 Lr. Stärke, die der Höhe nach in drei Tagewerke getheilt werden, jedoch kann ein Häuer in einer Schicht mehrere Tagewerke, ja sogar Stöse hereingewinnen. Zuerst wird der Neinbruch hereingehauen, von gewöhnlich 0,3 Lr. Höhe; seine untere wenig geneigte Fläche liegt etwas unter der Mitte der Ortshöhe; hierauf folgt der Angriff des darüber liegenden Tagewerkes: des Saigeren-Stos-Hauens, welches das gröste ist und zuletzt das Söhlighauen, als drittes Tagewerk. Die ganze auf diese Weise herauszuschla-

Digitized by Google

gende Höhe beträgt bei streichenden Oertern 0,9 Lr. bei Steig- und Fall-Oertern nur 0,6 höchstens 0,7 Lr. welche verminderte Höhe das obere und untere Tagewerk kleiner werden lässt.

Kommt man auf — häufig einbrechende — Hornsteinparthien, so werden diese, wenn sie klein sind, mit dem Nacken der Keilhaue, grose mit dem Treibefäustel, zerschlagen und dann erst mit in die Klüfte geführten behutsamen Hieben hereingewonnen.

Der eigentliche Abbau erfolgt först- oder strossweise in ½ Lr. breiten Pfeilern welche der Arbeiter knieend gewinnt. Endlich möge noch

11) der Arbeit mit dem Knappeneisen gedacht werden, wie solche bei dem Steinsalzbergbaue zu Hall in Tirol, auch zu Berchtesgaden, im Dürrenberge bei Hallein u. a. a. O. vorkommt.

Der Lehrhäuer macht in der ersten Schicht den Einbruch in der Mitte der Ortsbreite von oben bis unten, mittelst eines Schrames von solcher Tiefe als sie die Festigkeit des Gesteins in einer Schicht zu erreichen gestattet, worauf die beiden Wahlknappen in der zweiten und dritten Schicht den rechten und linken Stos nachnehmen. Bei stärkerer Belegung macht man den Einbruch tiefer und lässt in der Förste und Sohle überhaupt noch so viel stehen, dass ein vierter Arbeiter mit Nachreissen derselben, (Nachschopfen,) beschäftigt werden kann. Der Ortstos erhält hierbei Bogenform, nach einem Halbmesser von der Summe der Länge des Eisenhelmes und des Armes beschrieben. Er wird durch 3 Zoll weit parallel neben einander geführte Schräme, (nach der Bezeichnung des sächsischen Bergmannes: Brunne,) hergestellt. (Vergl. Kopf in Karsten und v. Dechen Arch. f. Min. Bd. XV. (1841) S. 623 u. s. f. — v. Moll, Jahrbücher der Berg- u. Hütten-Kunde Bd. I. (1797) S. 273. — C. J. B. Karsten metallurgische Reise, 1821, S. 95.)

Ein solcher Ortsbetrieb durch Herstellung eines saigeren Einbruches von der Förste bis zur Sohle, in der Mitte der Ortsbreite und Nachnehmen der Stöse zu

Digitized by Google

beiden Seiten ohne weiteres Schlitzen oder Kerben, kommt übrigens selbst bei Steinkohlengewinnung vor; so zu Creuzot in Frankreich, Dep. Seine und Loire. (Vergl. v. Dechen in Karsten und v. Dechen Archiv f. Min. u. s. f. Bd. XVII. (1843) S. 503.)

§. 29. Beispiele von Leistungen bei der Keilhauenarbeit.

Alle Leistungen sind zwar, wie solches schon früher erwähnt wurde und wie natürlich, hier ebenso wie bei allen Gewinnungsarbeiten, schon an sich von zu verschiedenen Umständen abhängig, als der Gesteins-Festigkeit und sonstigen Beschaffenheit, der Geschicklichkeit der Arbeiter, der Mächtigkeit der Lagerstätte, Räumlichkeit der Baue, Beschaffenheit der Wetter, Tiefe der Fahrt, Dauer der Schichten, Güte der Materialien, Geschicklichkeit der Schmiede u. s. f. — als dass leicht etwas Allgemeingültiges darüber gesagt werden könnte, noch schwieriger ist diess aber bei der Keilhauenarbeit, weil diese sehr selten ganz allein und für sich zur Gewinnung angewendet wird; indess sollen auch darüber wenigstens einige Beispiele beigebracht werden.

Noch verschiedener würden sich aber unter übrigens gleichen Verhältnissen die Kosten herausstellen, für welche ausserdem noch die wieder von anderen Umständen abhängigen Löhne, Materialienpreise u. s. f. die Grundlagen abgeben, daher hier noch weniger von einem Falle auf einen anderen gefolgert werden könnte.

1) Nach v. Dechen und v. Oeynhausen (in Karsten Arch. f. Min. Bd. VI. (1833) S. 82.) schrämt ein Häuer auf der Steinkohlengrube Horsehay in Shropshire in England in der 18stündigen (?) Schicht auf einem 9 yards (zu 3 englischen Fus,) breiten Stose 1 Yard tief.

2) (Ebendas. S. 85.) Auf dem bis 4 Fus mächtigen Flötze Crusny auf der Grube Horlot bei St. Gilles in Belgien unterschrämt ein Häuer in der 8stündigen Schicht 28 preuss. Quadratfus bei 15 pr. Zoll Schramtiefe, vor einem 2⅜ Lr. breiten Orte, schlitzt und schlägt

Digitized by Google

die Kohlen herein, davon 18 bis 20 preuss. Tonnen zu 7⅑ preuss. Cub. Fus, in der Schicht fallen.

3) (Ebendas. S. 88.) Auf der 3 Fus mächtigen, 18 bis 20 Zoll reines Kohl führenden grande veine des Schachtes Charles zu Anzin in Belgien, verschrämt ein Häuer vor den 10 mètres hohen Strebstösen 5 m. lang, gewöhnlich 1,2 m. tief, schlitzt und schlägt das — sehr milde — Kohl herein und gewinnt dabei in 8 bis 11 Arbeitsstunden 15 preuss. Tonnen.

4) (Ebendas. S. 90.) Auf dem 5 Fus mächtigen Flötze, Gros Langenberg der Grube Neu - Langenberg in der Worm-Revier in der Mark, liefert ein Häuer vor den 3 Lachter breiten Abbaustrecken 12½ pr. Tonnen, vor den 4 Lr. breiten Pfeilern 17½ Tonnen; die Kohle ist fest, hat aber viele Ablosungen, so dass man nie Pulver zur Gewinnung gebraucht; jedoch ist auch diess schon keine reine Keilhauenarbeit mehr.

Ausserdem sind in dem obengenannten Aufsatze (v. Dechen über den Steinkohlenbergbau in England, a. d. a. O.) noch eine Menge Angaben über Leistungen bei der Kohlengewinnung enthalten, da es jedoch bei ihnen theils ungewiss bleibt, ob nicht dabei auch andere Gewinnungsarbeiten zu Hülfe genommen werden, theilweis diess geradezu ausgesprochen ist, so sind solche hier nicht mit aufgenommen worden.

Dasselbe gilt von mehreren Angaben über Leistungen bei Steinkohlengewinnungen in Steiermark und Kärnthen, welche in dem Jahrbuche der montanistischen Lehranstalt zu Vordernberg auf 1841. S. 62. 67. 69. 72. 75. 78 enthalten sind.

5) Auf den fiscalischen Steinkohlenwerken bei Dresden in Sachsen, führt ein Häuer einen Schram von 8 bis 10 sächs. Zoll Höhe, 24 bis 32 Zoll Tiefe 2 Lr. lang*) in durchschnittlich zwei achtstündigen Schichten; dabei fallen 12 bis 13 dresdner Scheffel Kohlen**), doch

*) 1 Lachter = 7 Fuss, à 12 Zoll = 2 mètres.

**) 1 dresdner Scheffel = 0, 10733 Cub. mètre.

Digitized by Google

kann die Kohlengewinnung bei 9 bis 10 Zoll hohen Schrame in der Schicht auch bis auf 8—8½ Scheffel gesteigert werden, wenn die Kohle weich und ganz rein von Kämmen und Bränden ist; dahingegen kann sie bei vielen Hindernissen letzterer Art auch bis auf 4 ja 3 Scheffel in der Schicht herabsinken.

Wird, wegen Verunreinigung der Kohlen durch Kämme und Brände die ganze Schramkohle als Kalkkohle gefördert, so steigt die Gewinnung bis auf 7 ja 9 Scheffel in der Schicht. Auf der tiefliegenden fremden Schichtlette (vergl. S. 186) führt ein Häuer einen 8 bis 10 Zoll hohen, 24 Zoll tiefen Schram 2 Lachter lang in 3½ Schichten.

In Thonstein schrämt der Häuer in einer Schicht vor Ort einen 12 bis 14 Zoll hohen, 20 bis 22 Zoll tiefen ¾ Lr. langen Neinbruch.

Ein Häuer führt endlich in einer halben Schicht einen Schnitt von durchschnittlich 6 Zoll Weite, 42 Zoll Höhe und 30 Zoll Tiefe wobei 3 bis 4 Scheffel Kalk- und Schmiede-Kohle fallen.

6) Bei der Steinkohlengewinnung in Bockwa'er Revier bei Zwickau in Sachsen, wo geschrämt, sodann auf einer oder zwei Seiten geschlitzt und endlich hereingekeilt wird, (— also keine reine Keilhauenarbeit, —) kann ein Häuer in der 10stündigen Schicht bei 6 Fus Mächtigkeit und nicht zu festem Kohl, bei nicht viel Scheeren und Gesteingängen, 5—7 Karren zu 8 Cent., circa 4 Dresd. Scheffel, bei ganz reinem Kohl 8 Karren, bei minderer Mächtigkeit aber nur 3—4 Karren gewinnen.

7) Auf der Steinkohlengrube zu Eibiswald in Steiermark wird zuerst im Schieferthon über den Kohlen, etwa 3 Fus tief und 1 Fus hoch geschrämt, dann auf einer oder beiden Seiten 3 Fus tief und ½ Fus weit geschlitzt, worauf man die Kohlen mit Keilen aufkeilt. Zum Schrämen und Schlitzen sind 6 bis 8 Stunden nöthig. (S. montanist. Jahrbuch für Vordernberg 1841. S. 62.)

8) Auf der Anthrazitgrube de la Rivoire, départ. Isère in Frankreich, wird ein stark fallendes 10 und

mehrere mètres mächtiges Lager, in Sohlen von 5 bis 6 m. Teufe unter einander abgebaut, indem man durch 1,5 m. weite, 2 m. hohe Strecken 1 m. starke Pfeiler vorrichtet und hierauf diese und die Förste raubt. Ein Häuer gewinnt dabei in der 9 bis 10stündigen Schicht bei dem Streckenbetriebe 1600 Kilogr. verkaufbaren Anthrazit, ausserdem bleiben wenigstens 400 Kilogr. Kleinkohlen in den Bergen; beim Rauben der 3 m. mächtigen Förste 2700 Kilogr. Steinkohlen, worüber noch $\frac{1}{10}$ Kleinkohlen fallen. Durch unregelmäsigen Abbau, besonders Herstellung grosser Weitungen, würde man noch mehr gewinnen können. (S. Ann. des mines 3. ser. t. IX. (1836) p. 444.)

9) Bei dem Braunkohlenbergbaue am Habichtswalde in Hessen, werden vor Oertern, wo die Gewinnung blos mit der Keilhaue, zum Theil mit in $\frac{1}{2}$ Lachter Höhe über der Sohle getriebenem Schrame erfolgt, in der 8-stündigen Schicht 100 Cubikfus Kohlen gewonnen*). (Vergl. Studien des göttingischen Vereins bergmännischer Freunde von J. F. L. Hausmann Band I. Göttingen 1824. S. 271.)

10) Bei dem Abbaue der Braunkohlen in dem Brühler Revier am Rhein durch Kuhlen (d. s. 10—14 Fus ins Gevierte weite, 20 bis 30, ja 40 Fus tiefe Schächte), durch Keil- und Breit-Hauen-Arbeit, unterstützt durch den Spaten, kann eine Kameradschaft von 1 Häuer, 1 Haspelzieher und 1 Einfüller täglich durchschnittlich bei 2 Lr. gevierter Breite $\frac{1}{2}$ Lr. abteufen; aus einer 4 Lr. tiefen Kuhle aber täglich 580 preuss. Cubfus trockene Masse gewinnen, welche Gewinnung freilich nur auf den Häuer fällt, der nur zuweilen durch den Anschläger unterstützt wird.

Bei dem unterirdischen Tummelbaue in demselben Revier förderte auf der Theresia-Grube eine solche Kameradschaft bei $2\frac{1}{2}$ bis 3 Lachter Durchmesser, 3 bis 5 Lr. Höhe des Tummels und 15 bis 20 Lachter langer Streckenförderung, täglich im Durchschnitt 31,4 Tonnen = 223,3 Cubfus; auf der Friedrich Wilhelm

*) 1 casseler Fus = 0,28491 mètres.

Digitized by Google

Grube aber 390 Cubikfus anstehende Masse. Die Gewinnung erfolgt lediglich mit der Breithaue; freilich hat hier, wenn erst der Tummel aufgehauen und hinreichend ausgeweitet ist, der Häuer fast nichts mehr zu thun, als wegzufüllen, daher man durchschnittlich rechnen kann dass 1 Häuer in der 8 stündigen Arbeitsschicht 390 Cub. Fus anstehende Braunkohle fördern kann. (Vergleiche v. Dechen über jenen Bergbau in Karstens Arch. für Mineral. Bd. III. (1831). S. 471 508. 515. u. s. f.)

11) Bei einem Braunkohlenpfeilerbaue zu Niernich bei Commern am Rheine, auf einem 6 bis 15 pr. Fus mächtigen Lager liefert eine Kameradschaft aus 2 Häuern 2 bis 3 Karrenläufern und 2 Haspelziehern, bei dem Betriebe der Vorrichtungsstrecken, täglich 52 bis 61 pr. Tonnen anstehende Braunkohlen; ebenso viel wurden bei dem Tummelbaue durch eine gleiche Mannschaft geliefert. (Vergl. a. a O. S. 525.)

12) Auf einer Braunkohlengrube an der Haard, auf einem 7 bis 10 Fus mächtigen Flötze, auf welchem zuerst ein unregelmäsiger Pfeilerbau und hierauf ein wiederholter Bruchbau getrieben wird, gewinnt 1 Häuer bei dem ersten Abbaue, durch Betrieb von 4 Fus weiten, 5 Fus hohen Strecken, in 12 Stunden 39 Tonnen lockerer Braunkohle, davon 21 Tonnen Kleinkohle sind. Man kann erstere als 26 Tonnen anstehender Masse anschlagen. (Vergl. a. a O. S. 526.)

13) Bei dem Abbaue eines bis 3 Lr. mächtigen, ziemlich söhligen Braunkohlenlagers zu Tollwitz bei Dürrenberg in preuss. Herzogthum Sachsen, welcher Abbau durch den Betrieb von 2 Ellen weiten, 3¼ Ellen hohen Strecken, Nachgewinnuug von 2 Lr. breiten Pfeilern daneben, und Nachrauben des Daches in Würfeln von 4. Ellen Seitenbreite erfolgt, kann ein Arbeiter in 8 stündiger Arbeitszeit ¼ Cub.-Lachter Kohlen (= 85¾ sächs. Cub. Fus) gewinnen und bei 30 Lr. Förderlänge auf den Stürzplatz bringen; von Abraum aus Dammerde, Sand und etwas Thon, 0,34 Cub.Lr. gewinnen und bei 20 Lr. Förderlänge auf den Stürzplatz bringen.

Digitized by Google

14) Auf der Grube Braune Caroline zu Helbra bei Eisleben, auf einem von 1 Zoll bis 6 Lr. mächtigen theils ganz söhlig, theils wellenförmig gelagerten Braunkohlenlager, muss eine Kameradschaft von 2 Häuern, 2 Haspelknechten und 2 Karrenläufern, bei Pfeilerbau mit Nachrauben durch Bruch, in der 8stündigen Schicht 50 Tonnen gewinnen und bei 50 Lr. Streckenlänge und 10—11 Lr. Schachtteufe an den Tag bringen.

15) Im Mansfeldischen kann 1 Häuer auf dem Kupferschieferflötze bei festem Schrame in der 8 stündigen Schicht ¾ Lr. lang, 7 Zoll tief, 2 Zoll hoch schrämen, bei sehr festem Schrame, ½ Lr. lang, 6 Zoll tief, 2 Zoll hoch.

16) Bei dem Brauneisensteinbergbaue zu Wilkau im sächs. Erzgebirge (s. S. 200,) kann ein Häuer in der 8stündigen Schicht vor einem 0,9 Lr. hohen, höchstens 0,4 Lr. breiten streichenden Orte, oder vor einem 0,6 bis 0,7 Lr. hohen 0,4 Lr. breiten Steig- oder Fall-Orte, oder vor einem ebenso hohen 0,5 Lr. breiten Försten- oder Strossen-Stose, 0,4 Lr. Länge heraushauen. In den beiden letzteren Fällen leistet der Häuer, ungeachtet der geringen Höhe des Stoses aus dem Grunde nicht mehr als in dem ersteren, weil er den Eisenstein mit aushalten muss.

17) Nach Erfahrungen bei dem sächs. Bergbaue überhaupt, bekommt 1 Häuer bei der Gewinnung von festem Thon und fester verhärteter Erdkohle, einschliesslich des Weglaufens auf 20 bis 30 Schritt, für 1 sächs. Cub. Elle 7 bis 8 Pf., um daher auf ein tägliches Lohn von 7—8 Ggr. (87 bis 100 Npf.) zu kommen, muss er täglich 12 Cub.-Ellen (= 96 Cub. Fus.) gewinnen.

(Vergl. Wegfüllarbeit S. 102 und: Kalender für den sächs. Berg- und Hütten-Mann auf 1833. S. 87.)

III. Die Schlägel- und Eisen-Arbeit.

§. 1. Die Schägel- und Eisen-Arbeit, die zweite der eigentlichen Eisenarbeiten, führt ihren Namen von den hauptsächlichsten Gezähen durch welche sie ausgeführt wird, genau genommen den alleinigen, welche ihr eigenthümlich zugehören: dem Schlägel — einem Hammer — und dem Eisen, — einem Spitzkeile. — Sie characterisirt sich dadurch, dass der die Trennung der Massen bewirkende Theil, das Eisen, nicht selbstständig wirkt, wie bei der Keilhaue; sondern von dem das Moment in sich vereinigenden Theile, — dem Schlägel — abgesondert ist, der seinerseits von der Kraft des Arbeiters in Bewegung gesetzt, jenes Moment erst auf ersteres und durch dieses auf das Gestein überträgt.

Auf dieser Absonderung beruht daher auch gleichzeitig sowohl die Eigenthümlichkeit als auch der Bereich der Anwenbung dieser Gewinnungsarbeit.

§. 2. Bestimmt und geeignet ist dieselbe ursprünglich für Massen von dem dritten Grade der Gewinnbarkeit; nemlich: gebräche; daher für die Mehrzahl der unveränderten Gesteins- und Gebirgs-Arten des Uebergangs- und Flötz-Gebirges, sowie für solche des Urgebirges, in demjenigen Grade angehenden Verwitterung oder innerer Zersetzung, welcher sich nur erst durch eine vermehrte Offenheit der Structur-, Schichtungs- und sonstigen Klüfte kund giebt; endlich für die Ausfüllungsmassen der besonderen Lagerstätte, — metallischer und nicht metallischer, — welche durch ihre eigenthümliche

Digitized by Google

Festigkeit, oder durch Ablosung von dem Nebengestein, innere Klüfte u. s. f. denselben Grad der Gewinnbarkeit haben; sonach z. B. die Mehrzahl der festeren Kalk- und Sand-Steine, Porphyre, Stinkstein, Mergelschiefer, Serpentin, Gneus, Glimmer-, Thon-Schiefer selbst Granit und Grünstein und dergl. in dem genannten Grade der Zersetzung; für Schwer-, Kalk-, Braun- und Fluss-Spath, Kupferschiefer und Braun-Eisenstein, Bleiglanz, selbst Anthrazit und dichte Steinkohlen u. s. f. Jedoch veranlassen auch theils örtliche Verhältnisse, theils besondere Zwecke diese Arbeit auf feste, ja fast sehr feste Massen anzuwenden, obschon dann nicht nur mit geringerem Erfolge, sondern auch nicht leicht zur wirklichen, am wenigsten unmittelbaren, Gewinnung vielmehr entweder zur Einleitung, Unterstützung und Nachhülfe derselben durch andere Arbeiten oder selbst für besondere der Gewinnung ganz fremde Zwecke. Sehr nützlich ist sie oft bei Flötzbergbau bei abwechselnden sehr verschiedenartigen Schichten.

§. 3. Ueberhaupt kann zwar diese Arbeit zur Gewinnung ganz selbstständig und für sich allein angewendet werden und wurde dies auch früher, denn sie ist unter allen Uebrigen am wenigsten an bestimmte Mas- und Gestalts- und sonstige örtliche Verhältnisse gebunden, vielmehr, des geringen Raumes halber der für die Führung ihrer einfachen Gezähe gnügt, auch in den beschränktesten Bauen, in den verschiedensten, diesen anzupassenden Stellungen auszuüben möglich, wenn schon wie natürlich, mit ungleichem Erfolge. In der neuern Zeit hat sie jedoch ihre Selbstständigkeit mehr und mehr verloren, so dass sie nur unter besonders günstigen Verhältnissen für sich allein, zu einer vortheilhaften Gewinnung, hinreicht, weit öfter nur als — obschon noch immer sehr wichtige, — Vor-, Hülfs-, oder Nach-Arbeit auftritt, für Hereintreibe-, Spreng-, ja selbst Keilhauen Arbeit.

§. 4. Die Schlägel- und Eisen-Arbeit ist ebenfalls aller Wahrscheinlichkeit nach, von sehr hohem Alter,

Digitized by Google

mindestens von eben so hohem als die übrigen Eisenarbeiten, besonders die Keilhauenarbeit, deren Anwendung bei gröserer Gesteinsfestigkeit in den engen Bauen der alten Völker weit mehr Schwierigkeit haben musste. Dass aber diese Baue, wie darauf schon früher hingedeutet worden ist, nicht, wie Einige irrigerweise aus einzelnen Beispielen gefolgert haben, durchgängig sehr geräumig und weit, sondern, besonders die Abbaue, grösserentheiles und namentlich da sehr eng waren, wo nicht sehr mächtige Lagerstätten das Feuersetzen, oder das Hereintreiben im Ganzen erlaubten, oder wo ein sehr gebräches Nebengestein durch freiwilliges Nachbrechen sie eine um so grösere und dann gefährliche Weite erlangen liess; diess liegt nicht nur in der Natur der Sache, in dem damaligen Zustande der technischen Ausbildung, sondern wird auch von älteren und neueren Augenzeugen bestätigt. Nicht selten hatten daher jene Baue, bei wenig Weite, eine so geringe Höhe, dass sie nur auf allen Vieren kriechend befahren werden konnten; an anderen Orten eine so geringe Weite, dass schon desshalb eine andere Gewinnungsart, als durch Schlägel und Eisen, unmöglich und selbst diese sehr schwer seyn musste *). Noch mehr Nachweisung von der häufigen Anwendung dieser Arbeit, gibt aber die Art der Herstellung und das Ansehen vieler alten Baue selbst, welche die deutlichen Spuren des Meisels, der häufig die Stelle des jetzigen Eisens vertrat zeigen, wenn schon solche mit den Spuren der Keilhaue verwechselt werden können, auch wohl worden sind; ferner die ausdrücklichen Angaben alter Schriftsteller, deren sich ungeachtet der Spärlichkeit der alten Nachrichten über jene früheren Betriebe, dennoch mehrere finden, welche diese Arbeit als angewendet bezeichnen; endlich aber

---

*) Vergl. u. A. Theophrastus de lapidibus. cap. 119. — Anales de minas t. II. (1841) p. 271. — Ezquerra del Bayo; laboreo de minas, introducc. p. 3. part. I. p. 3. — P. S. Pallas, Reise u. s. f. Thl. I. S. 247. 266.

sowohl Abbildungen von den dazu gehörigen Gezähen, welche an und bei alten Bauen, als dergleichen Gezähe selbst, die in jenen Bauen gefunden worden sind, ja, insbesondere in Spanien, bei dem Wiederaufleben des Bergbaues in der neuesten Zeit, noch jetzt gar nicht selten gefunden werden *).

Dass auch Schlägel und Eisen in den ältesten Zeiten der bergbautreibenden Völker aus Kupfer oder Bronze gefertigt wurden, (wie diess gleichzeitig mit Hämmern aller Art, für die Hereintreibearbeit und sonstige Zwecke geschah), würde schon aus dem gefolgert werden können, was oben, S. 110 u. s. f. bei Gelegenheit der Keilhauenarbeit über die Anwendung jener Metalle statt des Eisens, überhaupt gesagt wurde, auch wenn man nicht dergleichen Gezähe in früherer und späterer Zeit wirklich gefunden hätte, (Vergl. u. A. Agatharchides, Hacquet a. a. O.; J. Lepechin, Reise durch verschiedene Provinzen des russischen Reiches, übers. v. C. H. Hase, Thl. II. S. 168.) seltener möchte es hingegen der Fall gewesen seyn, dass man sich zur wirklichen Gewinnung mittelst dieser Arbeit statt des Fäustels der hier und da aufgefundenen Steine bedient hätte; (Vergl. u. A. Pallas, Reise, Thl. II. S. 608.) da hierzu wenigstens das das Bergeisen darstellende scharfe Gezäh von Metall seyn muste; verstand man aber einmal die hierzu nöthige Bearbeitung des Metalles, so ist — am wenigsten bei Kupfer, eher noch bei dem anfangs seltneren Eisen, — nicht abzusehen, warum nicht auch lieber der Hammer davon gefertigt, als mühselig aus einem Steine vorgerichtet worden wäre,

*) Hacquet, Reise durch die norischen Alpen, Thl. I. S. 67. 68. — Gobet histoire des anciens minéralogistes t. I. p. 356., II. p. 771. — De Gensanne, traité de la fonte des mines t. I. introd. p. 15. — F. Griselini, Geschichte des Temeswarer Banat. Th. II. S. 88. — Agatharchides ap. Photium 1341 und 1344 und Diodorus Sic. t. III. Cap. 12—15. — v. Borns Briefe über mineralog. Gegenstände S. 115.

Digitized by Google

wenn es nicht etwa höchstens wegen dessen mehrerer Härte geschehen wäre.

Die gröste Ausbildung erlangte diese Arbeit im Mittelalter bei dem deutschen Bergbaue, bei welchem sie bis zur Anwendung des Sprengens mit Pulver, die hauptsächlichste war. Die zahlreichen Spuren davon, welche sich noch jetzt in den alten Bauen der meisten schon seit mehreren Jahrhunderten betriebenen Bergbaue bemerklich machen, sind Staunen erregende Beweise der hohen Stufe der Vollkommenheit, welche die Arbeiter darin erreicht hatten, während noch vorhandene Nachrichten, die scheinbar unglaublichen Leistungen nachweisen, die in einer gewissen Zeit mit einer so einfachen, nur ganz allmälig ihrem Ziele zuwirkenden Arbeit erreicht wurden. Indess darf man sich durch die durchaus verschrämten Umflächen nicht etwa zu der Meinung verleiten lassen, dass auch der ganze Betrieb eines solchen Baues lediglich durch Schlägel und Eisen bewirkt worden sei; diess fand wohl nur in wenigen Fällen, unter besonders günstigen Umständen statt; man zog vielmehr die sich dieser Arbeit eng anschliesende, früher auch wirklich ihr beigezählte Hereintreibearbeit hinzu, um wo es geschehen konnte, grösere Bruchstücke mit einem Male zu gewinnen und erst zuletzt wieder alle noch vorhandenen Unebenheiten und Vorsprünge mit Schlägel und Eisen zu beseitigen und zu glätten; eine Nachhülfe die keinesweges nur der Zier, sondern sehr wesentlich schon der sonstigen Beengtheit, ja selbst Unregelmässigkeit der Baue wegen nothwendig war. — Seit etwa einem Jahrhundert aber, als von dem Zeitpunkte an, zu welchem das Schiesen aus dem Ganzen (s. Bohren und Schiesen,) sich Eingang verschaffte, ist sie bei dem meisten Bergbaue mehr und mehr in den Hintergrund getreten, ja bei vielen als Gewinnungsarbeit gar nicht mehr in Gebrauch. Nur hier und da hat sie sich, als solche, sogar als alleinige erhalten, so z. B. in den in weichem Kalkstein betriebenen Silbergruben zu Huantaxa in Peru, (Vergl. Mining review vol. IV. (1838) p. 24.) und bei der Gewinnung

Digitized by Google

und Bearbeitung des Granites in Ostindien, wo Schlägel und Eisen noch ebenso als alleinige Gezähe angewendet werden, als sie es zur Herstellung der grosartigsten Denkmäler menschlicher Ausdauer, durch inneren Aushieb unterirdischer Tempelräume und Grotten, durch äusere Bearbeitung und kunstvolle Gestaltung von Felsen an Ort und Stelle, ebenso wie zur Gewinnung von Säulen, Obelisken u. s. f. allem Ansehen nach seit dem grauesten Alterthum wurden; (Vergl. Brewster and Jameson, Edinburgh philosophic. Journal. Vol. IV. (1821) p. 349.)

§. 5. Die dieser Gewinnungsarbeit zugehörigen Gezähe sind folgende:

1) das Schlägel; (das Fäustel, Handfäustel, der Schlag,)

2) das Eisen; (Bergeisen, Setzeisen, Stufeisen,)

3) der Schrämspies, und als Hülfsgezäh: 4 der Schrämhammer.

§. 6. Das Schlägel, Fäustel, Handfäustel, Taf. V. Fig. 1. 2. 3. 4. A. Seiten- B. obere, C. vordere Ansicht, ist seinem Charakter nach ein Hammer bestimmt mit einer Hand geführt zu werden — daher Handfäustel. — Es besteht aus dem eigentlichen Fäustel a dem wirkenden Theile, und dem Helme b.

Die Gestalt des Fäustels ist am gewöhnlichsten länglich, die Länge zu beiden Seiten des Helms gleich vertheilt, an jeder Seite in eine Fläche c endigend, die Bahn, mit welcher dasselbe auf das Eisen trifft. Nur in selteuen Ausnahmen liegt, bei dieser Anwendung, die ganze Masse des Eisens auf der einen Seite des Helmel, so bei den in Ostindien zur Gewinnung und Bearbeitung des Granites gebrauchten; (S. Edinburgh philosoph. Journal. Vol. IV. (1821.) p. 350.) von der Gestalt der bei der Aufbereitung gebrauchten sogenannten Pochschlagen, Diese Gestalt ist aber, abgesehen davon, dass sich hier die Arbeit und somit die Abnutz-

Digitized by Google

ung immer nur auf eine Fläche concentrirt, auch mechanisch unvollkommen; da das ganze Gewicht auf einer Seite des Helmes lastet, daher dasselbe wegen des gestörten Gleichgewichtes, bei jeder Führung, welche nicht ganz lothreht von oben nach unten erfolgt, das Helm in der Hand zu drehen und die Bahn aus der beabsichtigten Richtung zu bringen strebt.

Der Länge nach ist das Fäustel im Bogen nach einem Halbmesser zu krümmen, dessen Mittelpunkt in dem Ellnbogen des Arbeitenden liegt, als demjenigen Bogen in welchem das Fäustel geschwungen wird; die Bahnen aber müssen in den Halbmessern der Endpunkte dieses Bogens liegen. Nur bei dieser Gestalt und Lage kann der Schlag in der Richtung der Tangente dieser Endpunkte auf das Eisen ohne Seitenprellung übergetragen werden, welche bei jeder anderen Stellung, für Hand und Arm des Arbeiters, Dauer des Eisens und Erfolg der Arbeit gleich nachtheilich, unfehlbar erfolgt. Abweichungen von dieser richtigen Gestalt stellen sich meist in zu geringer oder dem Mangel aller Krümmung dar, zuweilen aber auch wie in Taf. V. Fig. 2. in zu scharfer, nach einem Halbmesser dessen Mittelpunkt in das Handgelenk des Arbeiters, ja selbst in das Helm fällt; so z. B. bei dem mexikanischen Bergbaue, (Vergl. J. Burkart, Aufenthalt und Reisen in Mexico, Thl. II. S. 242.) eine Form welche noch mangelhafter ist als die ganz ungekrümmte. Je länger übrigens das Helm des Fäustels, desto gröser ist natürlich der Krümmungshalbmesser. S. Taf. V. Fig. 3. Je kürzer aber das ganze Fäustel, um so weniger wird unter gleichen Umständen die Krümmung bemerklich und einflussreich.

Das Material, von welchem die Gestalt und Einrichtung des Fäustels im Einzelnen mit abhängt, ist, am gewöhnlichsten und besten, Schmiede-Eisen, in den beiden Bahnen durch angeschweiste Stahlplatten verstählt, hier und da aber auch unverstählt, — besonders wenn das Bergeisen auch von Stahl ist, — um dann einen weniger prellenden als ziehenden Schlag zu geben. Bei

Digitized by Google

den schon mehr erwähnten in Indien zur Granitbearbeitung gebrauchten. Fäusteln ist, in noch weiterer Verfolgung dieser Absicht, sogar die Bahn ausgehöhlt und mit Blei ausgefüttert, was natürlich ebensowenig Haltbarkeit, als einen kräftigen Schlag gestattet.

In ältester Zeit wurde, nach dem Oben erwähnten, auch das Fäustel, eben wie andere Gezähe, daher auch das Eisen, von Kupfer oder Bronze gemacht und zwar gegossen, in neuerer Zeit hat man dasselbe, wenn auch ursprünglich mehr das von gröserem Format, das Treibefäustel u. dergl. auch von Gusseisen dargestellt. So ist es zwar wohlfeiler, als aus Sehmiedeeisen, hat aber allemal den Mangel, dass beim etwaigen Verstählen, der Stahl sich schwerer anlegen lässt, unverstählt aber das Gusseisen, wenn auch weiches, leichter im Ganzen zerspringt, im Einzelnen, besonders an den Bahnen, in Stücken ausbricht, endlich Reparaturen nicht wohl ausführbar sind und nur in völligem Umgiesen des Fäustels bestehen können. Der Grad der Härtung bei Fäusteln mit verstählten Bahnen ist zwar nicht ganz gleichgültig, obschon auch nicht von so vielem Belang, als bei dem Eisen und anderem scharfen Gezähe, doch scheint viel auf Gewohnheit zu beruhen, daher ihn einige weiss (hellgelb,) Andere blau vorschrieben.

Der Queerschnitt des Fäustels ist viereckig (S. Taf. V. Fig. 1. 3. 4.) von der Mitte nach den Bahnen zu an Breite, dagegen weniger oder auch gar nicht an Höhe abnehmend, letzteres nur etwa dann, wenn man zu besserer Befestigung des Helmes die Mitte absichtlich höher gemacht hat.

Sowohl die Längen-Kanten, als die am Umfange der Bahnen werden verbrochen — abgestumpft, — erstere um die Handhabung beim Bestecken und sonst minder unbequem zu machen als diess bei allen scharfkantigen Stücken von hartem Material der Fall ist, letztere um die Bildung von Strauben möglichst zu verhüten, wenn öfters Schläge ausserhalb der Mitte der Bahn und am Rande herum fallen.

Digitized by Google

Der runde Queerschnitt (S. Taf. V. Fig. 2.) wie solcher an einigen Orten, so z. B. bei dem mexicanischen Bergbaue vorkommt, (S. Burkart a. a. O.) würde höchstens dann einen Grund für sich haben, wenn auch das Eisen denselben hätte, wo hingegen der gewöhnliche viereckige in welcher das Stabeisen geliefert zu werden pflegt, auch die Anfertigung des Fäustels in dieser Form erleichtert, möge nun dieselbe aus einem Stücke oder aus zwei zusammengelegten schwächeren erfolgen.

Den Masverhältnissen nach ist das Fäustel entweder mehr kurz uud kolbig, mit breiter Bahn, (wie Taf. V. Fig. 1. 2.) oder lang gezogen, schlank, mit schmaler Bahn. (Taf. V. Fig. 3.)

Die erstere Form, als die jetzt gewöhnlichere, gestattet dem Häuer auch bei geringerer Uebung einen sicheren Schlag zu führen, — nur darf diese Gestalt nicht, durch zu grosen Queerschnitt bei sehr geringer Länge, zu der eines unförmlichen, ungeführlichen Klotzes (wie etwa Taf. V. Fig. 4.) herabsinken, wie dergl. wohl zu finden sind, wo hingegen die schmale Bahn, wie Fig. 3., welche, wie es scheint, bei den Handfäusteln der älteren Zeit, so z. B. bei dem sächsischen Bergbaue vorkam, deren Bahnen wohl an Gröse kaum die der Eisen erreichten, eine äusserst sichere und geübte Führung verlangt, dagegen auch den Schlag auf die kleinste Fläche vereinigt. Ein Grund für deren Anwendung mochte sehr häufig die grose Enge der Baue seyn, welche allem Anscheine nach die Häuer oft nöthigte bei ihrer Arbeit eine ganz eigenthümliche Stellung — von der Seite — anzunehmen. *)

*) Dass jedoch diese Form auch im Mittelalter nicht die allgemein gebräuchliche bei dem deutschen Bergbaue war, vielleicht nur einigen Gegenden, wenigstens der Periode der grösten Ausbildung der Schlägel- und Eisen-Arbeit zugehörte, lässt sich unter anderen aus den an anderen Orten in sehr alten Bauen gefundenen Gezähen schliesen. (Vergl. u. A, J. D. Engels über den Bergbau der Alten in den Län-

Digitized by Google

Zur Aufnahme des Helmes hat das Fäustel in der Mitte der Länge ein Auge d; auch dieses wohl in ältester Zeit häufig rund, (Vergl. Hacquet, a. a. O. Thl. I. S. 67.) wie noch jetzt z. B. in Spanien, Mexico u. a. L., jedoch hat diese Gestalt auch hier dieselben Mängel wie bei der Keilhaue und bei allen Gezähen. (Vergl. das bei der Keilhauenarbeit S. 129. darüber Gesagte.) Besser ist es daher es länglich viereckig und zwar sogar in der Mitte etwas erweitert, darzustellen (S. Taf. V. Fig. 1. 3.), wodurch nicht nur die Befestigung am Helme sicherer, sondern auch das Prellen in der Hand mehr verhütet wird.

Das Fäustelhelm b, wird aus Eichen-, Buchen-, Eschen-, Fichten- oder anderem Holze gefertigt, indem hier wie bei allen kurzgehelmten Gezähen die Art des Holzes, wenn dasselbe übrigens nicht gar zu wenig haltbar, besonders zu spröd, wegen des kleineren Momentes beim Schwingen, von weit geringerem Einflusse ist, als z. B. bei der Keilhaue, dem Treibefäustel u. a.

Der in das Auge selbst fallende Theil des Helms ist — falls ersteres nicht etwa rund, — natürlich ebenfalls länglich viereckig, der untere aber länglich rund, oder eigentlich nur mit abgestumpften Kanten darzustellen, um ihn hinreichend bequem und doch fest fassen zu können. Da das Fäustel nicht oft von dem Helme abgezogen zu werden braucht, so befestigt man dasselbe gern durch einen eisernen oder wenigstens hölzernen Keil, der der Länge des Auges nach von oben eingetrieben wird. (Vergl. Taf. V. Fig. 1.) Runde Helme sind bei Handfäusteln aus dem Grunde noch unbequemer als bei allen mit zwei Händen geführten Gezähen, weil bei letzteren das Helm doch noch eher festgehalten und am Drehen verhindert werden kann, als bei ersteren.

---

dern des Rheins, der Lahn und der Sieg. Siegen 1808. S. 4.) Gegentheils hat sie sich bei manchem Bergbaue, so z. B. zu Camsdorf und Saalfeld in Thüringen, bis in die neueste Zeit erhalten.

Digitized by Google

Mas und Gewicht des Fäustels sind in der Regel nicht gros, weil dasselbe mehr durch geschickte Führung, als durch groses Moment wirken soll, überhaupt nicht zur Gewinnung groser Massen auf ein Mal bestimmt ist, daher ein bedeutendes Gewicht nur die Hand des Arbeiters unnöthig ermüden würde.

Die Länge ist 5—7 Zoll, aber wohl auch bis 9 Zoll; die Seitenbreite in den Bahnen 1 bis 1½, hier und da aber bis 2 Zoll, ja mehr, was dann die oben besprochene ungeschickte Kolben-Form giebt; bei den alten Fäusteln aber sogar nur bis ¾ Zoll, bei 9 ja 10 Zoll Länge*). In der Mitte der Länge um das Auge herum nimmt die Breite, wenigstens um die des Auges zu, häufig aber auch mehr, obschon unnöthig; die Höhe nicht oder nur wenig, etwa um die Befestigung des Helmes im Auge zu verstärken. Die Masse und das damit zusammenhängende Gewicht des Fäustels hängt von dessen Bestimmung und der Art der Führung ab; letzteres wechselt von 2 bis 5 Pfd., steigt jedoch ausnahmsweise wohl bis auf 6 bis 7 Pfd. Leichtere Fäustel sind anwendbar und nothwendig da wo das Gewicht des Fäustels der Wirkung des Schlages entgegen steht, daher überall wo der letztere mehr von unten nach oben geführt wird, so in Uebersichbrechen, Förstenbauen u. dergl., ferner da wo es auf einen sehr genauen Schlag ankommt, wie beim Zuführen aller Art, (S. die Anwendung der Schlägel- und Eisen-Arbeit §. 14 u. §. 20) beim Hauen von Bühnlöchern, Anfällen, Widerlagern; schwere Fäustel hingegen überall da, wo das Gewicht den Schlag unterstützt, also beim Arbeiten in Abteufen, in der Sohle, in Strossenbauen u. s. f. Daher giebt Agricola a. a. O. Buch VI. an: dass der Handfäustel dreierlei seien, davon die kleinsten und leichtesten zum Hauen der Ritze,

*) Dergl. alle Fäustel, welche u. A. bei Gewältigung einer alten Gezeugstrecke auf Sonnenwirbel Fdgr. in dem Freiberger Revier gefunden wurden, hatten 10½ Zoll Länge aber kaum 2 Pfd. Gewicht; das Helm 18 Zoll Länge.

Digitized by Google

(s. Hereintreibearbeit,) die mittleren — der Abbildung nach von ziemlich gleichem Queerschnitte aber gröserer Länge, — für die Bergeisen, als die gewöhnliche Schlägel- und Eisen-Arbeit; die grösten endlich, — mit den vorigen von gleicher Länge aber von 1½ Zoll gevierter Stärke — zum Arbeiten mit dem Sumpfeisen bestimmt seien. (Ueber Ritzeisen und Sumpfeisen s. unten §. 7.) — Schwerer als 4½ höchstens 5 Pfund ist aber für die eigentliche Schlägel- und Eisen-Arbeit das Handfäustel unter allen Umständen unnöthig und unzweckmäsig, weil, wenn es wirklich nöthig würde, diese Arbeit ihren eigentlichen Charakter ganz verloren haben müsste.

Handfäustel von 14 oder sogar 20 Pfund, wie solche unter anderen bei dem peruanischen Bergbaue — wenn auch mehr als Bohrfäustel — in Anwendung seyn sollen, (S. K. C. von Leonhard und H. G. Bronn, Jahrbuch für Mineralogie, Geognosie u. s. f. Jahrg. III. (1832) S 188.) sind daher sinnlose Extreme.

Das Helm hat 10 bis 12 ja bis 14 Zoll Länge, oben im Auge 1½ bis 1¾ Zoll Breite und ½ bis ¾ Zoll Dicke, unten im Angriffe etwa 1½ Zoll Breite und ¾ Zoll Dicke; bei nur 8 oder gar 7 Zoll Länge, macht es das Fäustel ungeführlich; die Helme der alten Fäustel hingegen scheinen 15 bis 18 Zoll, dagegen ebenfalls einen geringeren Queerschnitt gehabt zu haben, der ohnehin wegen des schmalen Fäustels nöthig, übrigens wohl auf Biegsamkeit berechnet war.

§. 7. Das Eisen, Bergeisen, Setz- oder Stuf-Eisen (Taf. V. Fig. 5. 6. 7. 8.) kommt in zwei verschiedenen Arten vor, 1., das Eisen ohne Helm; 2., Das Eisen mit Helm.

1) das Eisen ohne Helm, das ungehelmte, ungelochte Eisen (Taf. V. Fig. 5. 6. A Seiten-, B obere Ansicht,) ist aller Wahrscheinlichkeit nach das älteste und ursprünglich gebrauchte, da diese einfachste Gestalt der Anwendung zunächst lag. — Die in älteren und neueren Beschreibungen des Bergbaues alter Völker oft genannten Meisel, welche mit den Hämmern die haupt-

Digitized by Google

sächlichen Gezähe gewesen seyn sollen, waren doch endlich nur dergleichen ungelochte Eisen oder wenigstens die Grundform dazu. Noch im 16. Jahrhunderte waren dieselben neben dem gehelmten Eisen auch bei dem sächsischen Bergbaue in Anwendung, ja noch jetzt als sogenannte Schrämspiese (s. unten §. 8.). Uebrigens bedient man sich ihrer gegenwärtig nur noch bei einigem Bergbau und Steinbruchsbetriebe, so z. B. in Siebenbürgen, Frankreich, Mexico, Peru, Indien u. s. f. *)

Dieses Eisen bestand und besteht aus einem geraden Stabe von vierseitigem (S. Taf. V. Fig. 6) oder auch runden (S. V. Fig. 5.) Queerschnitte, welcher unten in einer letzterem entsprechenden Spitze, oben in einer flachen Bahn endigte. Von da an, wo man überhaupt Eisen zu Gezäh anwendete, wurde derselbe aus Schmiedeeisen, mit verstählter Bahn, am seltensten ganz von Stahl hergestellt.

Der vierkantige Queerschnitt, wenigstens der Spitze, ist hinsichtlich der Wirksamkeit dem runden vorzuziehen, weil das Eisen die Bestimmung eines Spitzkeiles hat; der übrige Theil kann rund oder muss wenigstens der Handhabung wegen, in den Kanten stark abgestumpft seyn. Von den übrigen Constructionsverhältnissen wird später zu sprechen seyn, da sie für beide Arten Eisen dieselben sind.

Masverhältnisse. — Länge und Stärke sind, je nach der nächsten Bestimmung des Eisens sehr verschieden, erstere von 5 bis 36 Zoll — meistens 6 bis 10 Zoll — letztere, die Stärke, von ¾ bis 1¾ Zoll, selten jedoch über 1¼ Zoll.

---

*) Vergl. u. A. J. D. Engels über den Bergbau der Alten in den Ländern u. s. f. S. 4. — J. Grimm, Practische Anleitung zur Bergbaukunde. Wien 1839. S. 83. — C. P. Brard, élémens pratiques de l'exploitation, Paris 1829. p. 101. — Annales des mines 4. ser. t. III. (1843) p. 92. — J. Burkart a. a. O. Thl. II. S. 242. — Mining review vol. IV. (1838) p. 24. — Edinburgh phil. Journal Vol. IV. (1821) p. 350. —

Digitized by Google

Nach Burkart a. a. O. bedient man sich bei dem mexikanischen Bergbaue dreierlei Eisen, alle vierkantig, 1) des gewöhnlichen Bergeisens, 6 bis 9 Zoll lang, 1 Zoll stark, für das gewöhnliche Zuführen, Abstufen u. s. f. 2) des halben Wassereisens, 15 bis 16 Zoll lang, 1¼ bis 1½ Zoll stark, zum Arbeiten auf der Sohle, in Schächten, Gesenken u. s. f. unter einer Wasserbedeckung, welche nicht ganz beseitigt werden kann; 3) des ganzen Wassereisens, 32 bis 36 Zoll lang, 1½ bis 1¾ Zoll stark, zum Arbeiten unter einer noch tieferen Wasserbedeckung, auch in offenklüftigen Gesteine u. s. f.

Diese ungehelmten Eisen werden mit der blosen Hand geführt und sind desshalb in mehrfacher Hinsicht unbequem und unzweckmäsig, weil jeder nicht in der Axe des Eisens geführte Schlag ein Prellen unmittelbar in der Hand, besonders dann empfinden lässt, wenn das Eisen von Stahl oder auch nur in der Bahn verstählt ist, wenn er aber ganz vorbeigehet, die Hand trifft; nächstdem weil die Hand von den abgesprengten Gesteinstücken von unten beschädigt wird, während sie überhaupt in eine für den Arbeiter unbequeme, der Leistung hinderliche Nähe des Gesteins kommt; letzteres um so mehr, je kürzer das Eisen ist, wogegen eine grösere Länge auch eine desto sicherere und geübtere Handhabung erfordert, wenn nicht die Leistung gar zu sehr herabgezogen werden soll, mit dieser Länge aber auch endlich zugleich das Eisen ein groses Gewicht bekommt, ohne dass die Arbeit dadurch unterstützt, vielmehr erschwert wird.

Weit vortheilhafter ist daher 2) das gehelmte, (gelochte, geöhrte,) Eisen, welches schon seit Jahrhunderten, ja nach den in alten Bauen gefundenen Ueberresten und Abbildungen, deren schon mehrmals Erwähnung gethan wurde, wohl schon von den Römern, neben jenen ersteren angewendet wurde.

Gestalt. — Dieses Eisen, Taf. V. Fig. 7. 8. A. Seiten- B. obere- C. hintere Ansicht, besteht in einem eigentlichen Spitzkeile, auf der einen Seite eben-

Digitized by Google

falls in einem Oertchen a, auf der andern in einer Bahn b, endigend. Der Körper des Eisens wie der des Oertchens ist von vierseitigem, in älterer Zeit vielleicht (Vergl. Hacquet a. a. O. Thl. I. S. 68.) mitunter auch dreiseitigem Queerschnitte. In der Gegend des zwischen beiden liegenden Auges ist das Eisen, aus derselben Ursache wie das Fänstel, breiter, wohl auch, obschon weniger nothwendig, höher, und läuft entweder von da nach dem Oertchen ziemlich gleichmäsig, ab als vollständiger Spitzkeil, oder behält einen gleich grosen Queerschnitt auf eine gewisse Länge bei, an welche dann das Oertchen angesetzt ist; erstere Form ist die bessere, die andere wohl bei gröseren Keilen (Vergl. die Hereintreibearbeit.) am rechten Orte, nicht aber bei dem Bergeisen, welches nicht denselben ausgedehnten Wirkungskreis hat. Ein Abnehmen des mittleren wahren Queerschnittes gegen die Bahn hin ist höchstens bei ungewöhnlich starken Eisen zweckmäsig.

Material. Dieses Eisen ist entweder ganz von Stahl, so z. B. in Sachsen, oder von Schmiedeeisen, nur an der Spitze, theilweis wohl auch in der Bahn verstählt; so in Ungarn, auf dem Harze — soweit überhaupt daselbst Bergeisen angewendet werden, — u. a. a. O.

Ganz stählerne Bergeisen sind haltbarer, dauerhaften, daher, obschon theurer in der Anschaffung, doch wohlfeiler in der Unterhaltung des Materiales, zumal wenn man sie, wie in Sachsen, gröserentheils aus stählernen einmännischen Bohrern fertigt, nachdem diese zum weiteren Gebrauche als solche zu kurz geworden sind. Eiserne mit unverstählten Bahnen geben zwar einen — zuweilen beabsichtigten — weicheren Schlag, dagegen auch wie alle dergl. Gezähe ein schnelleres und stärkeres Straubenschlagen. Daher rechtfertigt sich die Zusammensetzung aus Eisen und Stahl nur etwa da, wo, was aber jetzt sehr selten der Fall, man sich sehr langer und starker Bergeisen bedient, der Kostenersparniss in der Anlage halber. —

In Uebrigen sind beide Eisen, ungehelmte wie gehelmte, natürlich ganz gerade und ungebogen darzustel-

Digitized by Google

len, indem sie nur den aufgenommenen Schlag in derselben Richtung fortpflanzen sollen, in welcher sie ihn von dem Fäustel aufgenommen haben, nemlich in der Tangente des Endpunktes des von jenen beschriebenen Bogens.

Das Oertchen ist meistentheils mit gewölbten Seiten, als eine etwas kolbige Spitze darzustellen, je fester das Gestein ist, desto mehr, weil sich auf solchem eine scharf ausgezogene Spitze schnell verschlagen oder gar abbrechen würde. Schärfer zulaufend kann sie seyn bei gebrächerem oder offenklüftigen Gesteine.

Auch der Grad der **Härtung** ist je nach der Festigkeit des zu gewinnenden Gesteins verschieden; für minder festes soll das Oertchen blau gehärtet seyn, für festeres hafer- oder strohgelb, für das festeste schwefelgelb; also dem was häufig für die Härtegrade bei den Keilhauen angenommen wird, (Vergl. **Keilhauenarbeit** §. 8. S. 126.) entgegengesetzt.

Die Bahn ist eben, jedoch kann sie ein wenig Wölbung bekommen; letztere stellt sich zwar beim Gebrauche durch die theils nicht ganz auf die Mitte, theils nicht ganz in der Axenrichtung geführten Schläge schon von selbst her, dann aber ungleich und unter Bildung von Strauben, während eine gleich anfänglich gegebene Wölbung den Schlag mehr in der Mitte aufnehmen lässt aber auch eine sichere Hand verlangt. —

Die **Stellung des Auges** bei dem gehelmten Eisen wird häufig als näher dem Oertchen als der Bahn zu geben vorgeschrieben (Vergl. u. A. v. **Oeynhausen** Beschreibung des bei dem märkischen Steinkohlenbergbaue gebräuchlichen Gezähes in **Karsten** Arch. für Bergbau, Bd. V. (1822) S. 288.) weil letztere durch das Straubenschlagen mehr abgenutzt werde. Diese Abnutzung wird indess bei ganz stählernen oder wenigstens auch in der Bahn verstählten Eisen nur etwa dann gröser seyn, wenn das Gestein mild ist und das Oertchen nicht schnell abstumpft, während übrigens die Strauben doch beim Ausschmieden immer wieder mit umgebunden werden; gegentheils wird gerade bei solchem Festigkeitsgrade das Eisen tiefer eindringen und

Digitized by Google

desshalb eben eher der Theil auf der Seite des Oertchens länger seyn müssen; nächstdem wird aber auch unter allen Umständen, nach den Gesetzen des Hebels, jeder Seitenschlag eine desto grösere Ablenkung aus der gehörigen Richtung bewirken, das Eisen desto schwerer in letzterer erhalten lassen, je verhältnissmäsig länger der Theil von dem Auge bis zur Bahn ist. Setzt man demnach das Auge nicht gerade in die Mitte, wie es am einfachsten ist, so wird es immer zweckmäsiger der Bahn näher stehen*).

Befestigung des Eisens. Das Auge ist länglich viereckig und in ihm sitzt das gleichgestaltete nur in den Kanten etwas abgerundete Helm c, letzteres gewöhnlich von weichem, Fichten-, Haselnuss- und dergl. Holze gefertigt, sowohl desshalb weil grose Widerstandsfähigkeit nicht davon verlangt wird, als auch um das Zuschnitzen bei dem häufig wiederholten Aufstecken neuer Eisen zu erleichtern. Die Befestigung der letzteren auf dem Helme erfolgt eben weil sie schneller verschlagen werden und desshalb oft abzuziehen sind, nur durch Antreiben; jedoch darf beim Bestecken das Helm ja nicht zu keilförmig zugeschnitten werden, weil diess keine haltbare Befestigung gestatten würde**).

Masverhältnisse. Auch diese gehelmten Eisen sind je nach ihrer Bestimmung in ihrer Gröse verschieden und waren es in älterer Zeit noch mehr. Für den gewöhnlichen Gebrauch, als gemeine Handeisen, sind sie 5 bis 6 selbst 7 Zoll lang, obschon mit 5 bis 5½

---

*) Sehr alte, übrigens ganz dünne Eisen, welche mit den oben erwähnten alten Fäusteln zusammen gefunden wurden, hatten das Oehr nur 1 Zoll weit von der Bahn.

**) Dieses Zuschnitzen der Eisenhelme, ein bei der früheren Anwendung der Schlägel- und Eisen-Arbeit sehr häufig vorkommendes Geschäft, dürfte wahrscheinlich eine Hauptbestimmung des sogenannten Zschärpers, (von dem altdeutschen Worte: Schärpen d. i. Schärfen abstammend) gewesen seyn, eines kleinen breiten Messers, welches an der Lichttasche befestigt, noch jetzt, besonders bei dem Freiberger Bergmann, den Stand des Häuers — zwei Zschärper den Doppelhäuer, — bezeichnet.

Digitized by Google

Zoll immer hinreichend, $^5/_8$ bis $^3/_4$ Zoll, ja selbst 1 Zoll (s. v. Oeynhausen a. a. O. in Karsten Arch. für Bergbau Bd. V. S. 288.) stark; zum Arbeiten in der Sohle, in Abteufen u. s. f. als Sumpfeisen, auch zur Gewinnung sehr zerklüfteter Massen, bekommen sie wohl 7 bis 8 Zoll Länge, dahingegen zum Zuführen und Glätten namentlich von festem Gestein, überhaupt da, wo der Schlag sehr sicher geführt und übergetragen werden muss, ein tiefes Eindringen gar nicht beabsichtigt wird, sinkt ihre Länge bis auf 4 ja $3^1/_2$ Zoll herab. Das Auge hat $^3/_4$ bis 1 Zoll obere Länge, $^3/_8$ bis $^1/_2$ Zoll Weite; das Helm 9 bis 12 Zoll Länge, 1 bis $1^1/_4$ Zoll Breite, und $^1/_2$ bis $^5/_8$ Zoll Dicke. Dagegen wohl nur 8 Zoll wie in der Mark, aber auch bis 18 ja 36 Zoll Länge wie zuweilen zu Zinnwald im sächsischen Erzgebirge; (Vergl. v. Oeynhausen a. a. O. S. 288 und Magazin der Bergbaukunde Thl. I. S. 113) ersteres wenig brauchbar kurz, letzteres ungeführlich lang.

Bei dem älteren deutschen Bergbaue war, (nach Agricola a. a. O. Buch VI.*) das gewöhnliche Bergeisen $6^3/_4$ Zoll lang, $1^1/_8$ Zoll dick oder hoch; das Ritzeisen, dessen Bestimmung bei der Hereintreibearbeit besprochen werden wird, $13^1/_2$ Zoll lang, $1^1/_8$ Zoll breit und $^3/_4$ Zoll dick; endlich das Sumpfeisen ebenfalls $13^1/_2$ Zoll lang aber breiter und dikker**). Das Gewicht des Eisens ist für die Wir-

*) Das von diesem Verfasser gebrauchte Mas einer Spanne — dodrans — zu 9 Zoll, die Handbreite — palmus — zu 3 Zoll, den Queerfinger — digitus — zu $^3/_4$ Zoll angenommen.

**) Diese Bezeichnungen Sumpfeisen oder Wassereisen, welche noch jetzt hin und wieder von dem deutschen Bergmanne, besonders von dem sächsischen gebraucht werden, verglichen mit dem oben erwähnten, noch in Mexico üblichen, halbe und ganze Wassereisen, scheinen auf den Zusammenhang hinzudeuten den schon in älterer Zeit der spanischen Herrschaft, letzterer Bergbau mit dem deutschen durch Uebersiedelung deutscher Bergleute hatte, wie denn auch v. Humbold über den politischen Zustand von Neuspanien Bd. IV. S. 94. — der Aehnlichkeit der dortigen Gezähe mit den alten deutschen gedenkt.

kung ohne allen Nutzen, weil letzteres nur ein vermittelndes Gezäh dargestellt, daher ist ihm nur das nothwendigste zu geben, um nicht unnöthig die Hand des Arbeiters zu ermüden. Das Gewicht von Eisen von der mittleren gewöhnlichen Länge ist etwa 20 Loth = 0,0146 Kilogr., wogegen schon grösere gehelmte, noch mehr aber ungehelmte, wohl weit schwerer werden. *)

Das gehelmte Eisen wird der Natur der Sache nach, am Helme gefasst und und geführt, wodurch seine Anwendung in jeder Stellung und in jedem Raume, ungehinderter, bequemer und sicherer wird, desshalb sich auch viel weiter ausbreiten konnte.

Da diejenigen Massen, auf welche die Schlägel- und Eisen-Arbeit gerichtet ist, schon schwerer gewinnbar, fester, ja in einigen Fällen sehr namhaft fest sind, so werden auch während einer Arbeitsschicht mehrere, ja oft eine grose Anzahl von Eisen verschlagen.

In älterer Zeit waren die Fälle nicht selten, dass ein Häuer mit 30 bis 40 Stück kaum ausreichte; ja beim Hauen von Bühnlöchern und bei ähnlichen Arbeiten, bei denen deren Character nach auf den Grad der Gewinnbarkeit gar keine Rücksicht genommen, eine andere Herstellungsweise gar nicht gewählt werden kann, kommt dieser Fall noch jetzt vor (Vergl. u. A. B. Rössler hellpolirter Bergbauspiegel, Dresden 1700. Buch III. Cap. 3. S. 60 — Bericht vom Bergbau, 1769. Abschnitt II. Cap. 2. §. 131.)

Ist daher der Häuer ganz oder wenigstens vorzugsweise mit dieser Arbeit beschäftigt, so wird er gleich vor dem Beginn der Schicht mit einer gröseren Anzahl von Eisen versehen, die er mit sich in die Grube führt, um statt der verschlagenen, ohne lange Unterbrechung

*) Uebrigens muss noch bemerkt werden, dass hier und da auch Eisen wie Fäustel mit gekröpften Helmen, von derselben Art wie die §. 9. der Keilhauenarbeit, S. 134. — Taf. III. Fig. 4. — beschriebenen, in Gebrauch sind, um die Arbeit in sehr beengten Räumen zu erleichtern.

Digitized by Google

der Arbeit, neue scharfe aufstecken zu können. Diess geht um so eher, als deren Gewicht nicht gros ist.

Diese Eisen wurden Anfangs an lederne Riemen angereiht und so mitgeführt; da letztere jedoch eine geringe Dauer hatten, so wurden dünne Eisenschienen an deren Stelle gesetzt, welche noch jetzt gebräuchlich sind und ebenfalls Eisenriemen genannt werden. Dieselben bestehen am Besten aus dünnem schmalen Bandeisen (S. Taf. V. Fig. 8. 9. A. Seiten-, B. obere C. vordere Ansicht) — a — dessen Breite etwas geringer ist als die Länge des Auges. Sie können zwar wohl ganz einfach unten umgebogen seyn, wie z. B. in der Mark (S. v. Oeynhausen a. a. O. S. 289.) besser aber sind sie entweder mit einem angestauchten ringsherum vorspringendem Rande, Fig. 8. b. oder mit einem breiten spatelförmigen Kopfe Fig. 9. c. versehen; beide so weit vorspringend, dass die Eisen nicht darüber herabgleiten können.

Sowohl um überhaupt eine grösere Anzahl von Eisen mitführen, als auch um diess selbst möglichst bequem thun zu können, werden immer je zwei dergl. Riemen verbunden, entweder durch einen eisernen breiten gekrümmten Bügel, das Achselstück, Fig. 8. e., welches dazu an beiden Enden mit aufwärts gebogenen Haken versehen ist, — oder durch eine kurze Kette Fig. 9. f. gern mit gewundenen Gliedern; an beiden werden die Eisen-Riemen mit den oben an denselben vorgerichteten Haken d angehängt. — Legt nun der Häuer diesen Bügel oder die Kette so über die Achsel, dass ein Riemen auf der Brust, der andere auf dem Rücken herabhängt, so halten beide einander im Gleichgewicht und gestatten ihm beim Fahren auf Strecken und in Schächten, eine ganz freie Bewegung des Körpers und Benutzung der Hände.

Die Kette drückt, besonders die nicht gewundene, etwas mehr auf der Achsel, legt sich aber fester in die Kleider ein und ist daher vor dem Herabgleiten noch sicherer, als der Bügel.

Die Anzahl der an einem solchen Riemen anzurei-

Digitized by Google

henden Eisen war und ist je nach Herkommen und örtlichen Umständen, mehr noch nach der Beschäftigung des Häuers, verschieden. Soviel als er bei festem Schlägel überhaupt in einer Schicht nöthig haben kann, werden nie angereiht, da diess schon wegen der alsdann nöthigen Länge des Riemens wie des Gesammtgewichtes sehr beschwerlich, daher nicht statthaft wäre; auch früher wurden sie es wohl nie, soweit diess aus alten Nachrichten, besonders aus den alten Grubenregistern — theilweis noch aus dem 16. Jahrhunderte, — gefolgert werden kann, obschon H. Calvör — in seiner Nachricht und Beschreibung des Maschinenwesens u. s. f. auf dem Oberharze, Braunschweig 1763. Th. II. Cap. 3. S. 19. — sagt: „dass die Gedingarbeiter vor den Oertern 30 bis 40 Stück Eisen an ledernen Riemen bekämen“; vielmehr nahm der Häuer bei gröserem Bedarfe entweder mehrere Riemen mit, oder ersetzte sie während der Schicht aus der nächsten Gezähkammer, oder bei nicht tiefer Grube, aus dem Huthause.

Ein Riemen hat daher 6, 8, 9, früher bis 10 ja 12 Eisen, gegenwärtig werden in mehreren Revieren auf einen Riemen für einen Häuer 6 bis 8, für den Zimmerling, der deren mehr bedarf, 9 gerechnet.

Irrthümlich ist es übrigens, wie es wohl hie und da geschieht, beide Riemen für einen einzigen zu zählen.

§. 8. Der Schrämspies (Taf. V. Fig. 10. 11. 12. 13.) besteht in seiner einfachsten und ursprünglichen Gestalt, S. Fig. 10 A. Seiten- B obere Ansicht, aus einer geraden Stange von gleich- oder länglich vierseitigem Queerschnitte, mit etwas verbrochenen Kanten, die mit einer in den Seitenflächen etwas gewölbten Spitze endigt. In dieser Gestalt lässt sich seine Abstammung aus dem längeren alten ungehelmten Bergeisen nicht verkennen, welches als solches ausser Gebrauch gekommen, dagegen unter verändertem Namen, als Schrämspies, für gewisse Anwendungen noch sehr zweckmäsig beibehalten worden ist. Diese Gestalt hat jedoch mehrfache Veränderungen erlitten, und sich dadurch von der ursprünglichen mehr und mehr entfernt:

Digitized by Google

1) dadurch dass die Spitze lanzenförmig, dünner zulaufend aber breiter gestaltet wurde, wie Taf. V. Fig. 11. A vordere, B Seiten-Ansicht; — eine Form, welche nur eine beschränkte Anwendung des Schrämspieses gestattet. Dahingegen wird in mehreren Revieren:

2) der länglich viereckige, mehr breite Queerschnitt der Stange und Spitze zu allgemeinerer Anwendung für minder brauchbar gehalten, als der gleichseitig vierseitige, der sogar eher in eine eben so gestaltete, stärkere Spitze ausläuft.

Noch weiter ist letztere Gestalt ausgeführt

3) in dem z. B. bei dem märkischen Steinkohlenbergbaue angewendeten Schrämspiese — Taf. V. Fig. 12. A Seiten- B obere Ansicht, — (Vergl. v. Oeynhausen, Beschreibung der Gezähe bei jenem Bergbaue in Karsten Arch. für Bergbau u. s. f. Bd. V. (1822) S. 291.) — welcher in eine lange vierseitige pyramidale Spitze ausläuft, überhaupt von solchen Masverhältnissen ist, dass dadurch auch seine Handhabung eine ganz andere wird und er schon nicht eigentlich in die Schlägel- und Eisen-Arbeit, sondern in die Hereintreibearbeit gehört.

Endlich werden auch wohl

4) Schrämspiese angewendet, so z. B. bei dem Steinkohlenbergbaue bei Dresden in Sachsen, welche meiselförmig in eine breite Schneide auslaufen, daher Schrämmeisel genannt werden. S. Taf. V. Fig. 13. A. Vordere- B Seiten—Ansicht. (Vergl. Keilhauen-Arbeit §. 26. S. 186.) — Auch ihre Anwendung ist beschränkt und mehr örtlich*).

Material. Die gewöhnlichen Schrämspiese sind von Eisen, in der Spitze (Schneide,) wohl auch in der

*) Diese Form muss, nach Exemplaren zu urtheilen, welche in alten Bauen in Sachsen aufgefunden wurden, ebenfalls schon vor Jahrhunderten in Gebrauch gewesen seyn.

Bahn, verstählt, selten ganz von Stahl und auch diess nur die kürzeren.

Masverhältnisse. Die beim Erzbergbaue gebräuchlichen Schrämspiese sind 15 bis 24, selten bis 30 oder gar 36 Zoll lang, ¾ bis höchstens 1 Zoll stark, die länglich vierseitigen auf ⅝ Zoll Stärke, ⅞ bis 1 Zoll breit; bei den unter 4) genannten meiselförmigen ist die Schneide 1 bis 1¼ Zoll breit, nicht kolbig, sondern ziemlich scharf zulaufend; ihr Gewicht welches übrigens nichts zur Verstärkung der Wirkung beiträgt, ist daher nur gerade so gros als unumgänglich nothwendig, 2¼, 3 bis höchstens 4 Pfd. — Etwas anderes ist es häufig bei den bei Steinkohlenbergbau gebräuchlichen, welche wohl 36 bis 72 Zoll Länge bekommen; so hat z. B. der unter 3) genannte, bei dem märkischen Kohlenbergbaue gebrauchte, 30 bis 36 Zoll Länge und 1 Zoll Stärke; die 12 bis 18 Zoll lange pyramidale Spitze hat in der Grundfläche 1½ Zoll Seitenbreite, daher der ganze Spies 10—15 Pfd. Gewicht. Nach einzelnen Vorkommen zu urtheilen, müssen sich jedoch auch die alten Bergleute bei dem Erzbergbaue zuweilen sehr langer Schrämspiese bedient haben. (S. darüber mehr weiter unten §. 18 bei dem Betriebe von Bauen durch Schlägel und Eisen-Arbeit, am Schlusse.

§. 9. **Der Schrämhammer,** als Hülfsgezäh von der Keilhauenarbeit entlehnt, ist schon bei dieser §. 11. ausführlich beschrieben worden.

Die Arbeit mit Schlägel und Eisen.

§. 10. Die Arbeit mit Schlägel und Eisen ist, wie schon oben bemerkt wurde, wohl mehr durch Geschicklichkeit, als durch grose Kraftanstrengung zu fördern, weil dabei sowohl der Art des Gezähes, als der ganzen Bestimmung der Arbeit nach, mehr durch Trennung von, an sich oder wenigstens verhältnissmäsig kleinen Stücken allmälig fortgeschritten werden kann und soll. In neuerer Zeit und vornehmlich seit der Anwendung des Bohrens und Schiesens und hier wieder ins-

Digitized by Google

besondere des Schiesens aus dem Ganzen, (S. Bohr- und Schies-Arbeit,) ist dieselbe immer mehr in in den Hintergrund getreten und bei dem meisten Bergbaue weit mehr vernachlässigt worden als sie verdient und als es für den Bergbau selbst räthlich war; denn nicht nur würde auch jetzt noch eine geschickte Anwendung derselben, theils zur Unterstützung des Bohrens und Schiesens, theils selbstständig auftretend, manchen Betrieb merklich wohlfeiler machen, sondern auch die durch sie geübte Geschicklichkeit, und Umsicht auch den anderen Gewinnungsarbeiten, insbesondere wieder dem jetzt so allgemeinen Bohren und Schiesen, von nicht geringem Vortheile seyn, während letzteres jetzt von einem sehr grosen Theile der Häuer nicht besser noch mit mehr Ueberlegung getrieben wird, als von dem gewöhnlichsten Tagelöhner in einem Steinbruche. Gute Schlägelarbeiter sind desshalb jetzt sehr selten, wovon das Hauen der Bühnlöcher und dergl. für die Zimmerung, der Widerlager für die Mauerung, das Zuführen von Maschinenräumen und ähnliche Arbeiten, — für welche das Schlägeln unentbehrlich ist und bleiben wird, — nach Art und Kosten gnügendes Zeugniss ablegen.

Um so weniger wird daher ein genaueres Eingehen auf die Regeln nach denen diese Arbeit zu führen ist, von allen Denen für überflüssig gehalten werden, welche den Bergwerksbetrieb und die oft anscheinend so geringfügigen Umstände kennen, auf denen sein Bestand und Fortgang mit Glück, beruht; kurz von allen wirklichen Bergleuten.

§. 11. Die Führung des Gezähes anlangend, so wird, nach der gewöhnlichen Weise, das Fäustel in der rechten, das Eisen in der linken Hand geführt; von links gewöhnten Arbeitern umgekehrt.

Das Oertchen wird fest auf das Gestein aufgesetzt, das Fäustel in der Ebene in der das Eisen liegt, der Schlag so auf das Eisengeführt, dass er dasselbe möglichst in der Axe und deren Richtung trifft. — Die Axe des Eisens selbst muss wo möglich schräg gegen

die anzugreifende Fläche stehen und zwar derjenigen Seite zufallen, nach welcher hin ein Stück abgesprengt werden soll, überhaupt, so dass die Wirkung des Schlages noch einer freien Seite hin erfolgt, weil dieses nicht ein bloses Eindringen des Eisens in das Gestein, welches ausserdem im günstigsten Falle stattfände, der Zweck ist.

Der Grad der Neigung wird gewöhnlich durch den der Gewinnbarkeit des Gesteines vorgeschrieben und muss so seyn dass weder, bei zu steiler Stellung gegen das letztere, ein Theil der Kraft sich, nur ein Prellen in der Hand bewirkend, unnütz im Gesteine verschlägt, noch auch, bei zu flachem Aufsetzen blos auf Ablösung flacher Schalen hinwirkt, sofern nicht letztere Art der Wirkung durch die Beschaffenheit des Gesteins vorgeschrieben und nöthig gemacht wird.

Das Arbeiten kann zwar je nach der Oertlichkeit in jeder Stellung und jeder Richtung erfolgen, jedoch wird natürlich eine grösere Bequemlichkeit auch dem Erfolge günstiger seyn.

§. 12. Im Wesentlichen unterscheidet man erstens zwei verschiedene Weisen, je nach der Lage der Hände gegeneinander.

1) Das Arbeiten vor der Hand, oder zur Hand.

2) das Arbeiten über die Hand, richtiger: über den Arm.

1) Das Arbeiten zur Hand ist dasjenige, bei welchem der Schlag in der naturgemäsen Richtung, von der Seite desjenigen Armes her geführt wird, welcher das Fäustel hält, also geradeaus oder bei der Führung des letzteren in der rechten Hand, von der rechten zur linken, von oben nach unten oder unten nach oben.

2) Das Arbeiten über den Arm aber ist dasjenige, bei welchem der Schlag von der entgegengesetzten Seite, also von der Linken zur Rechten, geführt wird, worausnatürlich folgt, dass das Fäustel oder viel-

Digitized by Google

mehr der Arm, beim Schlage zwischen dem Körper des Arbeiters und derjenigen Hand durchgeht, welche das Eisen hält, beim Ausholen jenseits der letzteren steht, (also bei rechtsgewöhnten Arbeitern links von der linken Hand). Diese Arbeit ist daher unbequemer und fördert weniger; nothwendig kann sie werden vor einem Ortstose hart an der linken Ulme, oder an der rechten Ulme hart am Ortstose u. dergl., kurz überall da wo es auf derjenigen Seite auf der das Eisen geführt wird, an Raum für den Körper fehlt, so dass der Arbeiter nicht weiter hinüber treten kann. Es würde überall umgangen werden können, wenn jeder Arbeiter gleiche Uebung hätte nach Erfordern sowohl rechts als links zu arbeiten*).

§. 13. Ein zweiter Unterschied ist der nach der Lage des Eisens — zugleich wohl auch der Stellung des Arbeiters, — gegen das Gestein. Hiernach unterscheidet man

1) das Arbeiten unter dem Eisen, auch vor dem Eisen: und

2) das Arbeiten über dem (über das) Eisen.

Ersteres ist diejenige Arbeit, wenn das Eisen an oder auf die anzugreifende Fläche oder Masse gesetzt wird, und der Schlag nach unten oder zur Seite gerichtet ist (Vergl. Taf. V. Fig. 14. Aufriss und Fig. 15 Grundriss), also die am gewöhnlichsten vorkommende Weise**); letzteres diejenige, wenn der Schlag von unten nach oben, die Trennung also eben dorthin erfolgen

---

*) Anm. Dieser Unterschied, je nach dem es nöthig war, eine oder die andere Art der Führung zu wählen, wurde früher, eben wegen seines Einflusses auf die Leistung, bei der Beurtheilung der Arbeit, dem Abschlusse von Gedingen u. s. f. sehr genau beobachtet; übrigens scheint es, als ob man nach ihm auch überhaupt die Richtung von Bauen bezeichnet hätte, z. B. Strosse übern Arm, statt links (z. B. von einem Schachte,) ausgelängte, Strosse zur Hand, rechts ausgelängte.

**) Nicht aber wie wohl hin und wieder irrig angegeben worden: wenn der Arbeiter unter dem Eisen steht, also etwa in der Förste arbeitet.

Digitized by Google

soll, daher vornehmlich in Strossenbauen, wo der Arbeiter auf der Strosse kniet oder sitzt; so z. B. Fig. 16 im Aufrisse, obschon es auch selbst vor Ortstösen vorkommen kann, S. Fig. 17. Auch diese letztere Arbeitsweise ist natürlich unbequemer und weniger förderlich als erstere.

§. 14. Der wichtigste Unterschied ist aber der nach der Art und Weise der Gewinnung und des Aushiebes selbst, so wie nach dem Mase, in welchem dieselbe vorwärts schreitet.

Hiernach arbeitet man mit Schlägel und Eisen:

1) durch Hereintreiben, Auftreiben und

2) durch Brunnen.

1) Das Hereintreiben, Auftreiben, auch wohl Abtreiben genannt, ist anwendbar bei gebrächem besonders von Klüften durchgezogenen Gestein, welches grösere, oft ziemlich grose Stücke auf einmal zu gewinnen gestattet. Durch dergleichen Klüfte wird selbst ein hoher Grad von Festigkeit übertragen, sind aber deren zu viele vorhanden, so wird dadurch die Arbeite ben so wenig gefördert als durch zu wenige vereinzelte, indem jene die ganze Masse in lauter kleine Stückchen absondern welche sich nur einzeln gewinnen lassen, diese zu grose Massen ungetheilt lassen.

Bei dieser Gewinnungsweise wird das Eisen, unter steter Berücksichtigung der Lage der schon freien Flächen oder wenigstens der offenen Klüfte, mit der Spitze in die Klüfte oder überhaupt in der Richtung der Schichten und Blätter des Gesteins eingesetzt und durch wiederholte Schläge mit dem Fäustel soweit eingetrieben, bis sich der Zusammenhang eines Stückes löst und dasselbe herausspringt. Dadurch wird nun wieder das angrenzende Gestein frei und der Angriff schreitet von hier nach derjenigen Seite fort, wo die weitere Gewinnung am leichtesten ist und zugleich dadurch ein ferneres Freimachen anderer Massen am besten vorbereitet wird, wie jede Gewinnung nur dann am vortheilhaftesten

Digitized by Google

fortgeht, wenn nicht nur die jedesmalige Trennung einer eben angegriffenen Masse, sondern auch die dadurch einzuleitende, und zu erleichternde Gewinnung einer nächsten im Auge behalten wird.

Wie schon erwähnt arbeitet man dabei gegen die nächste freie Seite oder offene Kluft hin.

Auf diese Weise werden Stücke von einigen Cubikzollen bis Faust-, Kopf-, ja wohl selbst noch mehr Gröse abgetrennt.

Ist die ganze Masse von durchgängig gleicher Gebrächheit, so ist der erste Angriffspunkt beliebig zu zu wählen, jedoch auch der Erfolg geringer, da dieselbe weit mehr durch Klüfte von an sich gröserem inneren Zusammenhange gefördert wird. Sind hingegen wieder bei letzterem Festigkeitsgrade die Klüfte selten, so dass sie nur grose Massen abtheilen, so wird dadurch, wie schon gedacht, die Arbeit erschwert; alsdann dringt das Eisen oft bis an das Helm ein, ohne eine Trennung zu bewirken.

In einem solchen Falle wird in der Fortsetzung, wenigstens in der verlängerten Richtung der Klüfte in einiger Entfernung von dem ersten ein zweites Eisen eingetrieben und wenn auch dieses nicht hinreicht, wohl auch auch ein drittes, bis auf diese Weise ein gröseres Stück mit einem Male abgelöst wird. (S. Taf. V. Fig. 18.).

Arbeitet man, wie gewöhnlich, mit gehelmten Eisen, so ist das gewöhnlichste Verfahren der Häuer, das Helm von dem ersten eingetriebenen Eisen abzuziehen und das zweite Eisen darauf zu stecken u. s. f. — wenn nicht dieses und das folgende gleich unaufgesteckt eingesetzt werden, — jedes einzelne aber wohl auf seine ganze Länge einzutreiben. Indess ist ein solches Verfahren nicht zweckmäsig, da dabei das Eisen lediglich als Keil benutzt wird, wozu es doch zu klein, sonach unwirksam ist, daher eine solche Gesteinsbeschaffenheit sich eigentlich gar nicht zu einer vortheilhaften Anwendung

Digitized by Google

der Schlägel- und Eisen-Arbeit eignet, sondern mehr zur Gewinnung durch Keil, Fimmel und dergl. (S. Hereintreibearbeit), oder wenigstens durch den Schrämspies; früher durch lange ungehelmte Eisen. Auch griffen die Alten zu diesem Mittel mehr nur dann, wenn ihnen das stärkere Gezäh zu der letzteren Arbeit fehlte. (Vergl. Agricola a. a. O. Buch V.)

Im Allgemeinen ist das Abtreiben gröserer Bruchstücke mit Schlägel und Eisen, wie jedes, da am wirksamsten wo man schon mehr als eine freie Seite hat, welche von vorn herein vorhanden war oder gleich im ersten Anfange dargestellt wurde, letzteres geschieht durch eine andere Arbeit.

Das Hereintreiben — Abtreiben — ist übrigens diejenige Arbeit bei welcher Schlägel und Eisen noch am Ersten zur Gewinnung der ganzen Masse angewendet wird, nächstdem schliest sie auch die Gewinnung von mildem und gebrächen Ausschrame mit ein, was freilich eine der einfachsten und leichtesten Weisen ist. Eine grose Regelmäsigkeit im Einzelnen ist bei dieser Arbeit nicht zu erlangen.

2) Das Brunnen, als die andere Weise mit Schlägel und Eisen zu arbeiten, wird angewendet auf festem, ja selbst sehr festem, unzerklüfteten Gesteine, besonders wo nur eine freie Fläche vorhanden ist, wo daher der Häuer auf die Abtrennung gröserer Bruchstücke mit einem Male verzichten muss.

Es besteht in der Herstellung paralleler gleich tiefer Furchen in der anzugreifenden Fläche, eine dicht an der anderen, so dass dadurch allmälig eine Schicht von dem Gestein weggenommen wird, deren Dicke der Tiefe einer solchen Furche gleichkommt.

Eine solche Furche heist eine Brunne (ehemals auch Bronne, unrichtiger Prunne, Brahne oder gar Prame genannt, — (da sich überhaupt aus C. Berward, interpres phraseologiae metallurg. Frankfurt a. M. 1673, als dem ältesten Schriftsteller, welcher dieselbe

Digitized by Google

anführt, S. 16. bei dem Worte Ritzeisen — ergiebt, dass Pramen ganz andere Furchen, nemlich die Ritze beim Ritzhauen für die Hereintreibearbeit (S. diese) genannt wurden*).

Der Häuer setzt dabei das Eisen unter einem Winkel von etwa 45 Grad auf die anzugreifende Fläche fest auf, und stellt, durch gleichförmig und sicher geführte Schläge, welche das Eisen, nach dem der erste dasselbe hat etwas eindringen lassen, der Oberfläche parallel forttreiben, eine erste Brunne her — S. Taf. V. Fig. 19. A Aufriss, B obere Ansicht; — a —. Er treibt dabei, wie bei der ganzen Arbeit, das Eisen nicht nur aufs Gerathewohl immer weiter, sondern setzt es nach jedem Schlage wieder fest und richtig auf, weil sonst dasselbe theils die verhältnissmäsig weichsten Stellen aufsuchend, theils durch einen und den anderen Seitenschlag abgelenkt, seine Richtung bald verändern und keinesweges in einer geraden Linie fortgehen würde.

Hat die Brunne die nöthige, oder die mit einem Male ohne die Stellung zu verändern herzustellen mögliche Länge erlangt, so wird neben derselben, am ersten Anfange beginnend, eine 2te b angesetzt; zwischen beiden bleibt ein Grat oder Rücken stehen, welchen hierauf eine 3te Brunne c wegnimmt; ihr folgt eine 4te d und 5te e und sofort, in der Weise, dass jede abwechselnde den durch die vorhergehende rückwärts stehen gelassenen Grat beseitigt.

Der Abstand in welchem man die 2te Brunne von der 1te, die 4te von der 2te u. s. f. ansetzt hängt von der Festigkeit des Gesteins und der Tiefe der Brunnen ab; je geringer letztere, desto gröser darf er seyn, nie aber gröser, als dass die folgende Brunne diesen Grad ganz abzusprengen vermag, daher meist nur 1¼ —

---

*) Allem Ansehen nach ist wohl das Wort Brunne mit Brunn, Brunnen d. i. einer Vertiefung, aus welcher Wasser kommt, von gleicher Abstammung.

1½ Zoll; nicht leicht mehr, wenn man nicht etwa ein an sich gebräches und diese Arbeit nicht eigentlich bedingendes Gestein hat. Der Aushieb jener letzteren rückwärts angesetzten Brunnen ist natürlich der schwierigste und erfordert wesentlich eine feste Hand, weil das Eisen stets rechts und links in die schon vorhandenen Brunnen abzuweichen strebt; eben deshalb aber ist die genannte Folge der Arbeit noch die förderlichste, weil hier diese Schwierigkeit nur bei den abwechselnden Brunnen, dahingegen, wenn man immer eine dicht neben der anderen ansetzte, bei jeder, wenn auch dann nur immer nach einer Seite, stattfinden würde.

Das Bestreben eines guten Schlägelhäuers ist: alle Brunnen, so lang als nothwendig und möglich, in einem Zuge, übrigens ganz gerad oder wenigstens parallel — da sie wohl auch zuweilen in Bogenlinien geführt werden, — ferner gleich tief und in gleich weiten Abständen, überhaupt aber so anzulegen, dass dazwischen keine merklichen Hervorragungen und Unebenheiten stehen bleiben, vielmehr eine ganz ebene Fläche gebildet wird. Gerade diese Arbeit ist es, durch welcher bei manchem deutschen Bergbaue die Häuer der alten Zeit eine bewundernswürdige Geschicklichkeit und Ausdauer bewiesen haben, indem es zu den ganz gewöhnlichen Erscheinungen gehört, geschlägelte alte Baue zu finden, in denen die Brunnen an der Sohle beginnend, an der einen Ulme in die Höhe ohne Unterbrechung über die — häufig etwas gewölbte, — Förste hinüber und auf der anderen Ulme hinab, ja wohl selbst auf der Sohle wieder hinüber laufen; und wurden auch diese Brunnen nicht wirklich in einem Zuge hergestellt, sondern wohl in einzelnen an einander gestosenen Stücken fortgesetzt, wie es eben die Stellung des Arbeiters nöthig machte, so erfolgte dieses Anstosen doch so regelmäsig und unmerklich, dass die Arbeit als ein einziges Ganzes, aus einem Gusse, erscheint. — Durch sie haben sie den Umflächen ihrer Baue eine solche regelmäsige Glätte gegeben, dass es nicht Wunder nehmen kann bei der jetzigen Generation, nicht blos scherzweise, die Meinung

Digitized by Google

verbreitet zu finden: dass die Alten das Gestein gehobelt hätten. Das Brunnen wurde, und wird noch jetzt, selten zur eigentlichen Gewinnung, vielmehr zur Vorbereitung und Einleitung derselben angewendet, sei es durch nachmaliges Ab- oder Herein-Treiben durch Schlägel und Eisen, sei es durch die eigentliche Hereintreibearbeit, oder in jetziger Zeit durch Bohren und Schiesen; nächstdem, worauf schon wiederholt hingedeutet wurde, zur Nachhülfe, zum Glätten und Ebnen, endlich überhaupt für andere die Gewinnung gar nicht angehende Herstellung ebener Flächen.

§. 15. Die Arbeit mit dem Schrämspiese. — Der Schrämspies kann angewendet werden 1) zur wirklichen Gewinnung durch Hereintreiben; 2) zum Schrämen, wovon er auch seinen Namen hat.

1) Zum Hereintreiben eignet er sich vorzugsweise in dem Falle, wenn das Gestein durch tief gehende, offene, oder wenigstens leicht zu öffnende Klüfte, oder selbst durch seine ursprüngliche Structur, zu Folge deren milde und feste Parthien mit einander abwechseln, wie diess zuweilen bei lettigen Gang- wohl auch Flötz-Massen der Fall ist, in grose Stücke abgesondert wird, welche man auf einmal gewinnen kann, wo daher ein tieferes Eindringen unvermeidlich, aber auch, somit ebenfalls eine grösere Länge des Schrämspieses, nöthig und nützlich ist.

Das Verfahren ist, der Hauptsache nach dasselbe wie bei der Arbeit mit dem gewöhnlichen Bergeisen, (S. oben §. 14. S. 234.) indem der Schrämspies mit einem Fäustel, wohl auch mit dem Schrämhammer, der aber dann lediglich die Stelle des erstern vertritt, in die Klüfte oder die weicheren Theile eingetrieben wird; löst sich der Zusammenhang nicht schon hierdurch — so kann man ihn in Folge seiner gröseren Länge, als Hebel oder Brechstange wirken lassen, indem man ihn mit beiden Händen fasst und das zu trennende Stück herauswuchtet; weniger vortheilhaft für den Erfolg wie für den Schrämspies selbst, würde es seyn, diess durch Schlagen mit dem Fäustel von der Seite bewirken zu

Digitized by Google

wollen, was, ohne den Schrämspies zu biegen oder gar zu brechen, schon an und für sich nur dann geschehen könnte, wenn nur ein verhältnissmäsig kleiner Theil seiner Länge noch herausragte, übrigens auch zu stosweise und prellend, daher wenig, wirken würde.

Für die Benutzung nach Art einer Brechstange und besonders für das Eintreiben in Klüfte, möchte daher auch der länglich viereckige Queerschnitt des Schrämspieses besser seyn. Gegentheils bedient man sich gerade hierzu wohl auch gern der Schrämspiese mit etwas stärkerem kolbigen Kopfe, welche mehr als Keil wirken und doch die, schwächere, Stange nicht so einklemmen lassen. Am meisten gilt dies natürlich von dem oben §. 8. S. 229 erwähnten, mit langer starker, pyramidaler Spitze, den man, wenn auch nicht sehr häufig, bei dem märkischen Steinkohlenbergbaue gebraucht, um sehr feste Bergmittel zwischen der Kohle zu gewinnen. (Vergl. v. Oeynhausen a. a. O. in Karsten Arch. für Bergbau u. s. f. Bd. V. (1822.) S. 291.)

Er wirkt selbstständig, ohne Unterstützung durch das Fäustel, durch sein eigenes Gewicht, mehr als Brechstange, Stosstange oder Stemmeisen, und gehört von diesem Gesichtspuncte aus, mehr in die Hereintreibearbeit.

Ueberhaupt möchte für allen Gebrauch des Schrämspieses nach Art einer Brechstange und zum Eindringen in Klüfte ein mehr länglich vierseitiger Queerschnitt für denselben besser seyn.

Bei hinreichender Uebung und Geschicklichkeit ist eine solche Gewinnung mittelst des Schrämspieses noch jetzt nicht selten sehr vortheilhaft und jeder anderen vorzuziehen, namentlich dann, wenn die Stücke welche man in Folge der Structur und anderen Klüfte mit einem Male absondern kann, für die Anwendung der eigentlichen Hereintreibearbeit zu klein sind, diese daher nicht genug fördert, für Schlägel und Eisen aber noch zu gros; ein Verhältniss, welches bei Gang- aber auch selbst bei Lager- und Flötz-Bergbau nicht selten vorkommt.

2) Das Schrämen mit dem Schrämspiese ist in dem Falle am vortheilhaftesten zu bewirken, wenn der

Digitized by Google

Ausschram, in einer sehr dünnen Schicht, oft nur in einer offenen Ablösungs-, einer Letten-Kluft besteht, welche vielleicht noch dazu hart an einem Stose, bei Flötzen am Dache oder der Sohle, liegt oder gehalten werden muss, daher die Arbeit unbequem macht. Dann eignet sich der Schrämspies aus der Ursache am besten, weil er bei dem kleinsten Bedarfe an Raum zu seiner Handhabung den Schram am tiefsten zu verfolgen erlaubt.

Zu dieser Schrämarbeit ist es, wozu, wenn man überhaupt von der gewöhnlichen Form abweichen will, die oben erwähnte, breite lanzenförmige Spitze — S. Taf. V. Fig. 11. — noch am besten passt, die auch in die dünnste Schicht oder blos Kluft noch eingeht; auch die breite meiselförmige Schneide — S. Taf. V. Fig. 12: — Andererseits finden hierzu Schrämspiese von 20 bis zu 72 Zoll, Anwendung; solche grösere Längen, nach dem oben bei der Keilhauenarbeit, §. 13. S. 146. und §. 27. S. 180. Gesagten, besonders bei einigem Kohlenbergbaue, wo man den Schram mit einem Male auf eine grose Tiefe herstellen kann und will. Seltener wird dies bei Gangbergbau ausführbar seyn.

Mit dem Schrämspiese von dem gewöhnlichen vierkantigen Queerschnitte der Spitze und von mittlerer Länge, wie er beim Gangbergbaue vorzukommen pflegt, ist das Verfahren folgendes.

Ist der Ausschram weich und lettig, dabei sehr wenig mächtig, so treibt man den Spies — S. Taf. V. Fig. 20. a, — mit dem Fäustel bis auf eine solche Tiefe ein, als in welcher er bei der nachmaligen Behandlung noch den Widerstand der Masse zu überwinden vermag und das noch herausragende Ende noch lang genug ist, um daran ein gehöriges Moment ausüben zu können; fasst sodann letzteres mit beiden Händen und wuchtet in der Ebene der Schramschicht so lange auf und nieder, oder hin und her, bis der Schrämspies sich in jener Ebene einen Raum frei gemacht hat; hierauf treibt man ihn darüber, darunter oder zur Seite, je nach der Lage der Schramschicht oder der Kluft — aber-

Digitized by Google

mals ein, z. B. bei b, sodann bei c, auf der anderen Seite, und verfährt eben so, rückt dann tiefer hinein nach d und fährt auf diese Weise fort, das Verfahren so lange wiederholend, als es der Widerstand gestattet und bis eine hinreichend grose Fläche frei gemacht ist, um zu der Hereingewinnung des Verschrämten übergehen zu können.

Ist aber die Schram-Masse fester, auch mächtiger, eine wirkliche Schicht bildend, — was gewöhnlich vereinigt ist, so wird der Schram mehr durch wirkliche Gewinnung — Hereintreiben — von Bruchstücken dargestellt, indem man den Spies, wie ein gewöhnliches langes Eisen braucht.

Die hier und da gebrauchte Meiselform, ist dann besser als die Spitze, wenn der Auschram in einem milden, zähen Letten besteht, in welchem der spitze Schrämspies nicht so rein ausschrämen, sich vielmehr festkeilen, diess aber um so nachtheiliger seyn würde, als man bei solcher Beschaffenheit mit Wuchten nichts ausrichtet, während gegentheils der Schrämmeisel ziemlich breite Späne, wohl von der ganzen Mächtigkeit der Lette abschneidet.

Je tiefer und enger ein Schram wird, desto mehr muss die ganze Arbeit aufs Gerathewohl, nach dem Gefühl, geführt werden, sowohl wegen der schwierigeren Regirung des längeren und schwereren Schrämspieses selbst, als auch weil man den Stos hinten im Schrame, wenig oder nicht sehen und die Wirkung beurtheilen kann.

Der Gebrauch des Schrämspieses ist sowohl zum Schrämen, als auch, und noch mehr, zur eigentlichen Gewinnung, ebenfalls weit beschränkter, als er es verdient und nur in manchen Bergwerksrevieren, so u. A. in dem Marienberger in Sachsen, hat er sich mehr, und in einem oft hohen Grade der Geschicklichkeit erhalten.

Die gewöhnliche Ursache dieser Zurücksetzung ist meist der Hang am Hergebrachten und Bequemlichkeits-

Digitized by Google

liebe, welche sich weder überwinden will, die nöthige Uebung zu erlangen, noch auch überhaupt eine Arbeit zu treiben, welche eben so wie die ganze Schlägel- und Eisen-Arbeit, die Ueberlegung fortwährend in Anspruch nimmt, daher weit lieber eine andere ergreift, die wie z. B. die Schiesarbeit, wenigstens eine Zeit lang, beim Bohren des Loches — oft freilich noch weiter, mechanisch und ziemlich gedankenlos getrieben werden kann, ja welche sich nicht einmal dazu verstehen will bei einem Wechsel der Gesteins- und Raum-Verhältnisse ein anderes, dem angemesseneres Gezäh herbeizuschaffen, ja nur zu ergreifen.

§. 16. Die Arbeit mit dem Schrämhammer ist schon bei der Keilhauenarbeit, welcher sie zugehört, § 25. mit beschrieben worden. Man bedient sich des Schrämhammers, sowohl hülfsweise zum Gewinnen als auch zum Schrämen, besonders auf lettigem, wenig mächtigen Ausschrame bei Gangbergbau.

§. 17. Die Anwendung der Schlägel- und Eisen-Arbeit kann stattfinden

1) zum Betriebe ganzer Baue;

2) zur Gewinnung eines Theiles der ganzen Masse;

3) zum Zuführen von Räumen.

§. 18. Der Betrieb ganzer Baue durch Schlägel- und Eisen-Arbeit, ist, wie schon bei Gelegenheit der Keilhauenarbeit erwähnt wurde, diejenige Weise, welche unter allen übrigen mit der grösten Regelmäsigkeit, mit der vollkommensten Berechnung der aufzuwendenden Kraft und des zu erlangenden Erfolges bewirkt werden kann, welche daher auch für die übrigen Gewinnungsarbeiten sowohl mittelbar, durch vollkommenere allgemeine Ausbildung der Häuer und dadurch, dass sie dieselben zu einer richtigen Beurtheilung und Benutzung ihrer Kräfte fähiger macht, als auch unmittelbar dadurch von Nutzen ist, dass sie leitende Grundsätze zum Anhalten für die Ausführung jener anderen Arbeiten feststellen lässt

Digitized by Google

Vornehmlich kam und kommt diese Betriebsweise noch theilweis bei Gangbergbau, unter den §. 1. dieses Abschnittes angegebenen Gesteinsverhältnissen in Anwendung, jedoch auch beim Flötzbergbaue, insbesondere dann, wenn Schichten von sehr verschiedener Festigkeit abwechseln, für welche sich dieselbe, der ganzen Lage der Sache nach, unter allen Umständen gut eignet.

Diese Betriebsart kann auf Baue jeder Art gerichtet werden; Oerter, Abteufen, Ueberhauen, aber auch auf Abbaue, jedoch wird in Folge der ganzen Verhältnisse die gröste Regelmäsigkeit bei den ersteren Bauen stattfinden können und müssen, unter denen wieder die Oerter oben anstehen, welche das Anhalten für alle andere geben.

Bei allen diesen Bauen ist für den Betrieb zu unterscheiden:

1) ob die Masse durchgängig von gleicher Beschaffenheit, oder ob

2) Ausschram vorhanden ist, in einer milderen Schicht bestehend, welche eine leichtere Gewinnung durch Schrämen gestattet.

A. Der Ortsbetrieb;

a, ohne Auschram.

Einen ganz regelgerechten Betrieb richtet man so ein, dass die Gewinnung nach und nach in lauter dem Ortstose parallelen Schichten oder Platten erfolgt: Stöse genannt. — Taf. V. Fig. 21. A. Aufriss, B Vordere Ansicht a, b, c, d, e — von denen eigentlich jeder auf die ganze Orts-Höhe und Breite vollständig hereingenommen seyn muss, bevor der nächstfolgende angegriffen wird; wie jedoch aus dem Folgenden zu ersehen, wird grösserentheils ein Theil der Ortshöhe eine zeitlang ungewonnen zurückgelassen.

Alle diese Stöse stehen eigentlich ebenso wie der erste Ortstos, saiger, da es jedoch eine nutzlose Vermehrung der Arbeit verursachen würde, wenn man, bei jedem einzelnen Stose die Winkel desselben mit Förste und Sohle rechtwinklich aushieb, so hält man wohl den

Stos der Höhe nach ein wenig gewölbt, oben etwas überhängend, unten auf dem Rücken liegend. Indess darf diess nie so weit getrieben werden, dass dadurch die Spannung merklich gröser wird.

Die Stärke eines solchen Stoses ist je nach der Festigkeit sehr verschieden, so dass auf 1 Lachter Länge 16, 20 ja 28 Tagewerke, dagegen wohl in einzelnen Fällen nur 8, ja selbst nur 4 kommen, indem jene Mächtigkeit von 21 bis 3 Zoll veränderlich ist. Letztere richtet sich auch wohl nach regelmäsigen Klüften, wenn dergl. parallel dem Ortstose aufzusetzen, in welchem Falle man die Stöse an diesen absetzen lässt, um die Gewinnung zu erleichtern.

Jeder einzelne Stos wird wieder in einer Anzahl einzelner Abtheilungen gewonnen, welche quer über die Ortsbreite laufen und T a g e w e r k e genannt werden, d. h. Abtheilungen deren Aushieb die Arbeit eines Tages d. i. einer Schicht ist; eine Bezeichnung welcher bei dieser Arbeit ihre Bedeutung auch wirklich entspricht, und welche nicht wie z. B. bei mancher Keilhauenarbeit (S. diese §. 24. S. 171.) auf welche sie übergetragen worden, nur ein allgemeines Mas der Eintheilung ist.

Auch diese Tagewerke werden eines nach dem anderen ausgehauen.

Ihre Anzahl und Gröse hängt bei einem gegebenen Ortsquerschnitte ebenfalls von der Festigkeit des Gesteins ab und steht daher zu der Stärke der Ortsstöse und somit der Anzahl derselben auf eine gewisse Länge in einem bestimmten, obschon nicht in einem so fest geregelten Verhältnisse, weil hier noch örtliche Umstände mancherlei Einfluss ausüben.

Bei der Höhe von ¾ Lr. und einer Weite von ⅜ oder ¼ Lr. mit der früher die Oerter zuerst fortgetrieben wurden, gab man 4 bis 7 Tagewerke, nicht leicht mehr, noch seltener nur bis 3, weil schon 4 zu den Ausnahmen gehören.

Gegenwärtig, wo nur sehr selten und bei sehr groser Gebrächheit, gewöhnlich aber nur bei Probegedingen — zur Prüfung der Lehrhäuer, — ein Ort

Digitized by Google

mit Schlägel und Eisen betrieben wird, übersteigen die Tagewerke, ungeachtet der geringeren Uebung der Arbeiter und obschon man die Oerter ½ Lr. weit und gleich 1¼ Lr. hoch betreibt, ebenfalls jene gröste Anzahl nicht.

Diese Tagewerke heisen, in der Folge in welcher sie hereingeschlagen werden: (Vergl. Taf. V. Fig. 21.) 1) der Neinbruch; 2) die Förste aus dem Neinbruche; 3) die zweite (andere) Förste aus dem Neinbruche; 4) die Strosse aus dem Neinbruche; 5) das Söhlighauen, 6) das Schwachmachen, 7) die saigere Förste; (das saigere Förste-Hauen.) — (Vergl. Bericht vom Bergbau Abth. Cap. II. §. 127.)

Sollte die Anzahl der Tagewerke wegen der gröseren Festigkeit noch weiter erhöht werden müssen, so geschieht diess durch Vermehrung der Försten und Strossen aus dem Neinbruche.

Bei 4 Tagewerken würde man nur haben 1) den Neinbruch; 2) die Förste aus dem Neinbruch; (hier eben so gut das Schwachmachen zu nennen). 3) das Söhlighauen; 4) die saigere Förste, oder bei höherer Lage des Neinbruches: 1) Neinbruch, 2) Förste, 3) Strosse, 4) Söhlighauen.

Bei 3 Tagewerken endlich fällt auch die Förste aus dem Neinbruche weg.

Der Neinbruch ist das wichtigste Tagewerk; von seiner richtigen Lage und Tiefe hängt der Erfolg der übrigen wesentlich mit ab. Da er als erster Angriff einer freien Fläche auch das schwerste Tagewerk ist, so muss er, wie alle ähnliche, dahin gelegt werden, wo dieser Angriff noch immer am leichtesten zu bewirken ist. (Vergl. Keilhauenarbeit §. 24.)

Bei übrigens gleichmäsiger Gewinnbarkeit des Gesteins vor dem Orte legt man ihn in oder etwas unter dessen halbe Höhe, sofern letztere nicht etwa 1¼ Lr. übersteigt; bei welcher Höhe er stehend, bei geringerer kniend oder gar sitzend herausgehauen wird.

Digitized by Google

Setzen dagegen Klüfte auf, welche den ersten Angriff unterstützen, so geben diese das erste Anhalten für die Lage, insbesondere aber wenn dieses Uebersetzen in regelmäsigen Wiederholungen quer über das Ort stattfindet. Fallen dieselben dem Orte zu, so wird der Neinbruch höher hinauf gerückt; entfallen sie dem Orte, so wird er tiefer hinab gerückt, weil bei ersteren die unterhalb des Neinbruches liegenden Tagewerke durch Auftreiben, bei letzteren die oberhalb desselben gelegenen durch Abtreiben, leichter zu gewinnen sind, daher ihre Anzahl zu vermehren ist. Dieser Lage des Neinbruches nach würden die entfallenden Klüfte dessen Herstellung, also die ganze Arbeit mehr unterstützen, während für die Sprengarbeit (S. Bohren und Schiesen,) der Grundsatz aufgestellt wird, dass nur zufallende Klüfte günstig seien; dieser Unterschied liegt aber theilweis in der Eigenthümlichkeit der Gewinnungsweise, theilweis gilt er auch in letzterem Falle mehr nur für einzeln aufsetzende und mehr streichende Klüfte.

Die ebenfalls schon früher behandelte Gestalt des Neinbruches ist die eines dreiseitigen Prismas, dessen obere Seite jedoch des leichteren Aushiebes halber eine stärkere Verflächung hat als die untere; bei vorhandenen, zu- oder entfallenden Klüften legt man jedoch auch die obere oder die untere Seite denselben parallel.

Weniger oft, nur bei sehr gebrächem Gesteine bekommt der Neinbruch eine vierseitig prismatische Gestalt, indem man ihm einen saigeren Stos giebt (Vergl. Keilhauenarbeit §. 24. S. 172. Taf. IV. Fig. 9.) statt ihn in einen Winkel auslaufen zu lasen. Dies ist jedoch um so seltener der Fall, als dieses Stoshalten keinen Nutzen gewährt, man daher, wenn die leichtere Gewinnung einen gröseren Neinbruch gestattet, denselben lieber tiefer hintergehen und hinten zusammenlaufen, daher den Stos stärker werden lässt.

Als der am schwersten zu gewinnende Theil ist ferner der Neinbruch in der Regel das kleinste Tagewerk; eben weil er aber den Aushieb der übrigen sehr

Digitized by Google

erleichtert, ist es oft nicht unräthlich lieber zwei Schichten auf ihn zu verwenden, um ihn gröser zu machen.

Der Schwierigkeit des Aushiebes, so wie der Gröse nach, steht dem Neinbruche die saigere Förste, sodann das Söhlighauen am nächsten; beide die Winkel zwischen Stos und Förste, Stos und Sohle bildend, das Söhlighauen aber dem Arbeiter noch eine bequemere Stellung gestattend; dann folgen die Försten und endlich die Strossen, als die verhältnissmäsig grösten Tagewerke. Aus dieser Ursache, so wie weil doch der Neinbruch eher etwas unter der halben Höhe liegt, ist auch die Anzahl der Försten gröser, (ihre Gröse geringer) als die der Strossen.

Der oben bezeichneten Ordnung nach folgt dem Neinbruche die 1te und selbst eine 2te Förste, um den nöthigen Raum für die unterhalb gelegenen Tagewerke zu gewinnen, welche deshalb hier zunächst nachzuschaffen sind, damit sie nicht durch den Aushieb der übrigen, darüber gelegenen Tagewerke verstürzt und verschüttet werden, daher nachmals erst wieder beräumt werden müssten, bevor man sie angreifen kann.

Ist der Neinbruch an sich hoch genug, so folgt ihm wohl blos die 1te Förste, um so mehr, als dann die ganze Anzahl der Tagewerke kleiner zu seyn pflegt, eine 2te Förste wohl gar nicht vorhanden ist. Ist auf solche Weise nach und nach die ganze Ortshöhe herausgeschlagen worden, so beginnt in derselben Weise, mit dem Neinbruche, der Angriff eines neuen Stoses.

Der Neinbruch musste bei groser Festigkeit oft wohl durch Brunnen hergestellt werden, während die übrigen Tagewerke ein Hereintreiben mit Bergeisen, Schrämpiesen und selbst Schrämhämmern gestatteten und gestatten. Je grösere Stücke hierbei auf einmal gewonnen werden können, desto weniger möglich aber auch nöthig ist es, die regelmäsige Folge so streng zu beobachten.

Wie schon erwähnt, trieb man ehemals die Oerter nur mit ¾ Lr. ja selbst wohl nur ⅝ bis ½ Lr. Höhe, — als Feldörter, letztere als Sitzörter — meh-

Digitized by Google

rere Lachter fort oder überhaupt so weit, bis es an Wettern mangelte, und riss dann erst in der Sohle Strosse nach, für Hauptörter ½ Lr. hoch. — (S. Taf. V. Fig. 22.) — Der Grund davon lag 1) in der Absicht schnell vorwärts zu kommen, indem man sowohl nur mit der nöthigsten Ortshöhe voraus ging, als auch eine grösere Anzahl Leute vor Ort und auf die Strossen vertheilt, anlegen konnte, ohne dass diese einander behinderten; 2) in der Erleichterung der Gewinnung selbst, indem die rückwärts stehen gelassene und freigemachte Strosse nachmals in weit gröseren Massen, mehr durch Hereintreibearbeit, nachgewonnen werden konnte. So gewöhnlich aber auch dieses Verfahren war und, obschon bei andern Betriebsweisen, noch ist, indem ehemals nicht leicht ein Ort anders betrieben wurde, so bleibt es doch immer weniger zweckmäsig, die Strosse stehen zu lassen, als lieber gleich anfangs mit richtiger Sohle fortzugehen und in der Förste abzubrechen und später nachzureissen, weil leicht das Strossenachreissen später unterbleibt und dann an Sohle verloren geht, um so mehr wenn, nach der Art der Alten, bei mattem Wetterzuge mehr als einmal Strossen stehen bleiben und in die Höhe hinausgegangen wird. (S. Taf. V. Fig. 23.) Handelt es sich um den Betrieb zweier Stolln-Gegenörter, welche mit einander zum Durchschlage kommen sollen, so liegt jene Befürchtung noch näher, weil nach erfolgtem Durchschlage die durchlaufenden Wasser dem Nachreissen der Sohle hinderlich sind; dahingegen wenn an Höhe in der Förste abgebrochen wäre, deren Nachreissen nicht nur zu allen Zeiten vorgenommen werden, sondern im äusersten Falle selbst unterbleiben kann, ohne einen so grosen Nachtheil zu bringen.

b, mit Ausschram.

Ist vor einem Orte Ausschram vorhanden, in einer offenen Gangkluft, lettigem Bestege, lettiger Gangmasse oder gegentheils aufgelöstem Nebengestein, etwa in Folge starker Imprägnation mit Kiesen, groser Zersetzung oder Zerrüttung des Nebengesteines durch die Gangbildung selbst u. s. f. bestehend, (indem bei anderem als Gang-

Digitized by Google

bergbau ein derartiges Vorkommen von Ausschram, für Schlägel- und Eisen-Arbeit geeignet, nicht leicht stattfindet); so ist mit dem Verschrämen anzufangen.

Der Schram wird nach der früheren, bei der Keilhauenarbeit §. 22. beschriebenen Weise, jedoch mit Schlägel und Eisen, mit dem Schrämspiese oder auch mit dem Schrämhammer so tief hintergebracht und dadurch eine so grose Fläche frei gemacht, als mit Vortheil möglich ist. Man hält ihn dabei wie in allen ähnlichen Fällen, in einer der beiden Ulmen, mehrentheils hart an derselben, um so das Freimachen in einem Stücke zu bewirken. Fällt der Gang saiger, so ist es gleichgültig in welcher Ulme der Schram gehalten wird, nur dass den meisten Häuern das Arbeiten an der rechten leichter werden wird, als das an der linken; fällt aber der Gang flach, so hält man ihn lieber im Liegenden, weil dabei die nachmalige Hereingewinnung durch das Gewicht der Masse unterstützt wird; hiernach hat man das Ort gegen den Ausschram zu legen, rechts oder links von dem Ausschrame zu treiben, worin man fast immer Freiheit der Wahl hat.

Eine Ausnahme tritt dann ein, wenn die unterschrämte Masse zu mild, gebräch oder zerrüttet ist, so dass zu fürchten wäre, dass sie im Liegenden unterschrämt, nicht mehr für sich stände, den Bau und die Arbeiter mit Bruch bedrohte, oder, wenn sie noch dazu aus edlem Erze bestände, an welchem man dann leicht Verlust haben würde. In solchem Falle wird der Schram in das Hangende verlegt, der Gang aber nachmals durch Auftreiben — das Erz wohl gleich in untergehaltene Tröge, — gewonnen, um nichts zu verlieren. Diese Rücksicht nahm man vor Alters sehr streng, (Vergl. Agricola a. a. O. Buch V. — B. Rössler hellpolirter Bergbauspiegel. Buch III. Cap. 6. §. 8.) — aber auch noch jetzt ist sie zu nehmen, besonders dann, wenn der, leider in den meisten Bergwerksrevieren nicht so häufige Fall eintritt, dass man sehr edles mildes oder gebräches Erz hat, welches man dann ohnehin, die übrige Gewinnung mag bewirkt werden, auf welche Weise sie

Digitized by Google

will, nicht gern anders als durch Schlägel und Eisen, höchstens durch Keile nachgewinnt.

Ist der Ausschram mächtiger, so wird er in regelmäsigeren Tagewerken gewonnen; bei groser Mächtigkeit der Gänge und hinreichender des Ausschrames wird wohl der Schram so weit gehalten, dass der Häuer hineintreten kann, wo man ihn dann wie ein Ort für sich behandeln kann.

Nur bei Gängen von geringer Mächtigkeit schrämt man in jeder Schicht so viel, als man nachher in derselben nachschlagen kann, schon desshalb weil man ohnehin nicht weit hinterkommen kann; diese Weise giebt noch die mehrste Regelmäsigkeit, obschon auch hierbei die Tagewerke minder scharf abgesondert werden. Wird die auf diese Weise verschrämte Masse auch mit Schägel und Eisen nachgewonnen, so sucht man, wie überhaupt vom Schrame aus beginnend, so grose Stücke und Schalen hereinzutreiben, als möglich, ohne sehr streng auf gesonderte Tagewerke und Ortstöse zu halten; gewöhnlicher aber, und bei mächtigen Gängen allemal, bedient man sich der Hereintreibearbeit dazu.

B. Der Betrieb von Abteufen,

a. ohne Ausschram.

So wie bei dem Ortsbetriebe durch allmäligen Aushieb eine Anzahl Ortstöse, so werden im Abteufen nach und nach einzelne Sohlen von einer gewissen Gröse gewonnen; — S. Taf. V. Fig. 24. A Aufriss, B Grundriss a, b, c, d, u. s. f. — In jeder Sohle ist das 1ste Tagewerk: das Vorgesümpfe, ihm folgt, von da nach beiden Seiten ausgehend: 2) das 1ste, 3) das 2te, 4) das 3te u. s. f. Tagewerk oder besser, Strosse aus dem Vorgesümpfe; 5) das Schwachmachen, 6) der saigere Stos, oder das Saigere-Stos-Hauen*);

*) Obschon in dem Berichte vom Bergbau Abschn. II. Cap. 2. Taf. 2. — das Schwachmachen und der saigere Stos nicht an einem Stose des Abteufens zusammen, sondern ersteres auf der entgegengesetzten Seite von letzterem verzeichnet ist, so würde diese Ein-

Digitized by Google

Alle diese Tagewerke liegen in einem hier angenommenen länglich viereckigen Schachte quer über dessen Länge, von einem langen Stose zum anderen.

Das Vorgesümpfe ist auch hier das kleinste Tagewerk sowohl als erster Angriff einer noch unverritzten Fläche, als auch weil in der Sohle ohnehin die Arbeit in unbequemer, knieender und gebückter Stellung schwieriger ist. Man legt es an diejenige Stelle, wo der Angriff durch örtliche Verhältnisse noch am meisten erleichtert wird, daher nicht immer in die Mitte der Länge, vielmehr öfters näher dem einen kurzen Stose, in welchem Falle der Strossen aus dem Vorgesümpfe auf der einen Seite weniger werden.

Dasselbe bildet allemal ein dreiseitiges Prisma, unten in einem Winkel zusammenlaufend, der nicht oft einen rechten übersteigt.

Der Gröse nach steht ihm das Saigere- Stos-Hauen am nächsten, alsdann das Schwachmachen; diesem folgen die Strossen als die verhältnissmässig grösten Tagewerke.

Auch beim Abteufen soll eigentlich jede Sohle erst richtig ausgehauen seyn, bevor die nächste in Angriff kommt, doch wird diess noch seltener eingehalten, als bei dem Ortsbetriebe; vielmehr bleiben gern in einem oder in beiden Stösen Strossen zurück, (Vergl. Taf. V. Fig. 25), indem man im eigentlichen Vorgesümpfe nur mit soviel Länge niedergeht, als des Arbeitens wegen nöthig ist; so bleibt die schwerere Gewinnung auf dieses allein beschränkt, während die Häuer beim Nachreissen der Strossen aufrecht, also bequemer, arbeiten, grösere Massen auf ein Mal durch Hereintreiben gewinnen, endlich auch in gröserer Anzahl angelegt werden können.

---

theilung um so weniger passend seyn, als in einem Abteufen beide kurze Stöse der Lage und sonstigen Behandlung nach für den Häuer gleich sind, übrigens ein Schwachmachen allemal ein vorbereitendes Tagewerk ist; hier aber als ein vollendendes dastehen würde. Es muss demnach dort ein Irrthum zum Grunde liegen.

Dass sich die Häuer bei der Arbeit im Abteufen durch Dämmeschlagen, Halten eines Sumpfes und Zusammenpfützen der Wasser möglichst vor Wasserzudrang schützen müssen, und immer noch durch diesen weit mehr gehemmt sind, als in anderen Bauen, braucht kaum erwähnt zu werden; desshalb ist, obschon ihnen hier das Gewicht des Fäustels zu Hülfe kommt, die Arbeit im Abteufen im Verhältnisse die schwerste, und diejenige, welche die kräftigsten Leute verlangt.

Wird ein Schacht rund abgeteuft, wie dergleichen bei manchem, besonders Flötz-Bergbaue gewöhnlich sind, so liegt das Vorgesümpfe in der Mitte, von ihm weg breitet man sich mit dem Strossen nach allen Seiten aus, bis der ganze Querschnitt herausgehauen ist.

Setzen, wie ebenfalls noch am ersten im Flötzgebirge, regelmäsig sich wiederholende Schichtungsklüfte auf, welche die ganze Masse in Platten abtheilen, so sucht man bei söhliger Lagerung derselben, die Stärke jeder einzelnen Sohle im Abteufen ihnen anzupassen; bei einem gewissen Fallen dieser Schichten aber das Abteufen in lauter Strossen zu führen, davon die tiefste vorausgehende das Vorgesümpfe bildet, und in dem Stose liegt, nach welchem hin die Schichten einschiessen, von welchen weg die übrigen gegen den entgegengesetzten Stos hin aufsteigen. (S. Taf. V. Fig. 26). Auf diese Weise durchneiden die Schichtungsklüfte die angelegten Strossen und unterstützen deren Gewinnung.

b. Wenn Ausschram vorhanden ist, und zwar unter denselben Umständen, welche oben bei dem Ortsbetriebe bezeichnet wurden, so wird auch dieser einem der langen Schachtstöse parallel und in demselben gehalten, und je nach der Weite die man ihm an und für sich, sowie verhältnissmäsig gegen den Schacht geben kann, mit weniger oder mehr Regelmäsigkeit ausgehauen.

In runden Schächten kann nicht leicht ein regelmässig durchsetzender Schram vorkommen.

Dem Abteufen entgegengesetzt ist

Digitized by Google

C. das Uebersichbrechen, Ueberhauen*).

Um überflüssige Wiederholungen zu vermeiden, da das Anhalten ganz von dem Betriebe von Oertern und Abteufen genommen werden kann, ist nur zu erwähnen, dass ursprünglich auch hier in einzelnen parallelen Lagen von unten nach oben fortgeschritten wird, Förs ten genannt.

Der erste Angriff einer jeden Förste wird begonnen mit dem Neinbruche, hier das Uebersichbrechen genannt; diesem folgen nach beiden Seiten hin, die Tagewerke, oder bestimmter, die Förſten, aus dem Uebersichbrechen, das Schwachmachen und der saigere Stos, jedoch bleiben auch hier mehr Förstenstöse zurückstehen, welche hinterher nachgebracht werden.

Die Arbeit im Ueberhauen ist, ohngeachtet das Gewicht des Gezähes der Leistung entgegenwirkt, doch häufig leichter als im Abteufen, weil nicht nur der Häuer eine bequemere Stellung hat, sondern auch andererseits eine Unterstützung durch das Gewicht der Masse eintritt, die Behinderung durch das Wasser wegfällt, letzteres wenigstens einen schnellen Abzug findet, endlich das gewonnene Haufwerk dem Arbeiter weniger im Wege liegen bleibt.

Endlich ist noch anzuführen

D. Der Betrieb von Abbauen durch Schlägel- und Eisen-Arbeit.

Diese sind vorzugsweise, ja lediglich, Strossen- oder Försten-Baue, als die in älterer Zeit alleinigen regelmäsigen bei Gangbergbau, die durch diese Arbeit betrieben wurden, während letztere bei Bergbau auf ande-

*) Beides scheint man ehemals, wenigstens nach dem Berichte vom Bergbau Abth. II. Cap. 2. §. 131. insofern unterschieden zu haben, dass man mit Ueberhauen den Forttrieb eines Ortes mit stärkerem als gewöhnlichen Ansteigen der Sohle, um einen höher gelegenen Punkt zu erreichen, bezeichnete; mit Uebersichbrechen aber ein Herausbrechen in die Förste in mehr saigerer Richtung, oder der des Ganges, während jetzt die Benennung Ueberhauen für das letztere Verfahren weit gewöhnlicher ist.

Digitized by Google

ren Lagerstätten überhaupt weit weniger angewendet wurden.

Bei diesen, wie allgemein bei Abbauen, wurde und wird die Schlägel und Eisen-Arbeit zur vollständigen Gewinnung noch am Ersten angewendet, weil sie durch die Structur und sonstige Beschaffenheit der Lagerstätte, deren Aushieb der ganze Zweck des Betriebes ist, mehr und öfters erleichtert wird, als diess im Quergestein, bei Ortsbetrieb, Abteufen u. s. f. der Fall ist.

Gewinnung der ganzen Masse durch die genannte Arbeit findet noch am Ersten statt, wenn dieselbe durchgängig sehr gebräch, zerklüftet, lettig ist; Bergeisen und Schrämspies geben dann oft grose Leistungen, obschon sie eben so oft durch Schrämhammer und Keilhaue ersetzt werden möchten.

Weniger selbstständig und nur hülfsweise pflegt die Arbeit anwendbar zu seyn, wo die Gangmasse fester ist und sich eher in Schalen abtrennen lässt, weil dann Schlägel und Eisen weniger fördern, als Hereintreibearbeit.

Jede der stufenförmigen Abtheilungen, welche durch die genannten Abbaumethoden dargestellt werden, — bei dem Strossenbaue in einer von oben nach unten fortschreitenden Reihe, als eine grose Treppe, bei dem Förstenbaue von unten nach oben fortschreitend, als eine umgekehrte Treppe; wird hier, in drei übereinander liegenden Abtheilungen gewonnen. Diese heisen bei dem Strossenbaue (S. Taf. V. Fig. 27.) 1) das Obenanfangen, 2) die halbe Höhe oder das Schwachmachen und 3) das Söhlighauen. Bei dem Förstenbaue (Taf. V. Fig. 29.) 1) das Untenanfangen, 2) die halbe Höhe oder das Schwachmachen und 3) die saigere Stosförste. Bei gröseren Strossen oder Försten, von 1¼, 1½ Lr. ja noch mehr Länge, wird mehrentheils diese ganze Länge einer Abtheilung nicht in einem Tagewerke her, ausgehauen, sondern in mehreren α, β, γ u. s. f. welche aber keinen besondern Namen haben. Bei gröserer Mächtigkeit könnte es wohl selbst vorkommen, dass man eine solche

Abtheilung selbst der Breite nach in mehrere Tagewerke theilt

Auch hier ist es nicht nothwendig, eine Abtheilung der ganzen Länge nach herauszuhauen, bevor eine folgende angegriffen wird, besonders in Förstenbauen, wo das Nachziehen der Vorsätze (S. Abbaue,) welche dem Arbeiter erst eine feste Sohle gewähren auf der er steht, diess erschweren möchte, somit kann eine solche Strosse oder Förste selbst wieder in 3 Stufen vorwärtsschreiten; dahingegen kann bei minder mächtigen Gängen, kurzen Strossen, sehr gebrächem Gestein, wohl selbst die ganze Höhe in 2 Abtheilungen hereingehauen werden: Obenanfangen, Söhlighauen und Untenanfangen, saigerer Stos.

Beim Strossenbetriebe steht der Arbeiter vor dem Stose auf der nächst unteren Strossensohle, wenn der Stos nicht hoch ist oder bei dem Angriffe von dessen unteren Tagewerken; ausserdem sitzt er oben darauf, über dem Eisen arbeitend. In der Förste hingegen steht er allemal darunter.

Ist in einem solchen Baue Ausschram vorhanden, so wird gewöhnlich nur dieser mit Schlägel und Eisen, der freigemachte Körper aber durch Hereintreibearbeit, in neuerer Zeit mehr durch Bohren und Schiesen, gewonnen, da überhaupt diese Nachgewinnung verschrämter Massen in Abbauen das hauptsächlichste Feld für die Anwendung beider Arbeiten, besonders aber der Hereintreibearbeit ist.

Einer eigenthümlichen Weise des Abbaues scheinen sich die Alten zuweilen bedient zu haben, indem sie auf Gängen von geringer Mächtigkeit aber ziemlicher Aufgelöstheit, Gebrächheit oder wenigstens offener Ablösung in den Salbändern, um die Gewinnung von Nebengestein für den freien Raum zu vermeiden, von zwei nah übereinander getriebenen Oertern aus, den dazwischen gelegenen Gangtheil mit langen Schrämspiesen auslochten. (S. Taf. VI. Fig. 1.)

Digitized by Google

§. 19. Anwendung der Schlägel- und Eisen-Arbeit zur Gewinnung eines Theiles der ganzen Masse.

In dieser Weise wird in der neueren Zeit von der Schlägel- und Eisen-Arbeit noch der meiste und zwar sehr nützliche Gebrauch gemacht. Sie tritt dabei als Vorbereitungs-, Hülfs- oder Nach-Arbeit für andere Gewinnungsarbeiten auf, insbesondere für die Hereintreibearbeit, das Bohren und Schiesen, aber auch für die Keilhauenarbeit. Sie verrichtet entweder selbstständig einen Theil der Arbeit, vor oder nach der andern, oder sie wird mit derselben in stetem Wechsel angewendet, einander gegenseitig unterstützend.

A. Zur Ausführung eines abgesonderten Theiles der Gewinnung wird sie gebraucht wie schon aus dem Bisherigen hervorging,

1) zum Schrämen, vorzugsweise auf Gängen und überhaupt ähnlichen stärker aufgerichteten Lagerstätten, um nachmals den verschrämten Körper durch Hereintreiben oder Hereinschiesen nachzugewinnen;

2) zur Gewinnung von Massen, welche vorher mit der Keilhaue verschrämt worden sind. Dieser Fall kommt an sich weniger häufig vor; unter andern bei dem Abbaue des Kupferschieferflötzes in Thüringen, durch Nachtreiben der verschrämten Oberberge und Nachgewinnung — Auftreiben — der auf dem Liegenden in mehrentheils dünnen Schalen aufsitzenden sogenannten Sanderze, Nachschlagen der Schiefer u. s. f.

B. Zur blosen Vorbereitung bedient man sich der Schlägel- und Eisen-Arbeit

1) zum Hauen von Ritzen und Schrämen zum Einsetzen der Keile bei der Hereintreibearbeit;

2) zum Zubrüsten nebst allem sich dem Anschliesenden, beim Bohren und Schiesen. (S. diese Arbeit.)

C. Als blose Nacharbeit im Einzelnen, ebenfalls beim Bohren und Schiesen, um die Wirkung, welche der Schuss, absichtlich oder nicht, unvollendet gelassen, die Trennung, die er nur eingeleitet hat, zu vollenden

und zu vervollständigen, indem das nur losgemachte, in sich zerrüttete Gestein mit Schlägel und Eisen vollends hereingewonnen wird.

Letztere Anwendung endlich geht in diejenige über,

D. welche die genannte Arbeit vereint mit dem Bohren und Schiesen in einem steten Wechsel der Reihenfolge und der Wirkung finden lässt, indem beide Arbeiten einander bald vorausgehen, bald wieder nachfolgend, sich als Hülfsarbeiten gegenseitig unterstützen.

Ein solches Zusammenwirken ist namentlich bei Massen von einem mehr als mittleren Grade der Festigkeit, vorzugsweise bei derjenigen Gesteinsbeschaffenheit sehr vortheilhaft, bei welcher der inneren Structur und der Zerklüftung nach leichter und schwerer gewinnbare Parthieen mit einander abwechseln, die Gewinnung der ersteren die der letzteren vorbereitet.

Bei dieser, unter den bezeichneten Umständen sehr häufigen Anwendung beginnt man zweckmäsig mit der Schlägel- und Eisen-Arbeit an derjenigen Stelle, welche durch leichteste Gewinnbarkeit den vortheilhaftesten Angriff gestattet, (obschon es ein bei vielen Häuern sehr beliebtes Verfahren ist, mit einem Schusse anzufangen, besonders wenn die Grube das Pulver bezahlt;) indem zuerst mit Schlägel und Eisen gehörig freigemacht worden seyn muss, um einem nachher angesetzten Schusse auch gehörigen Raum zu geben zu wirken. Auf diesen oder mehrere dergl. folgt wieder Schlägel und Eisen nach Befinden unter Zuziehung von Keilen u. s. f.

Auch ein derartiger Betrieb erfordert stete Ueberlegung, da er in jedem Augenblicke den Einzelnheiten der örtlichen Beschaffenheit angepasst werden, der Häuer aus jeder geöffneten Kluft, jeder hereingetriebenen oder geschossenen Wand erst beurtheilen muss, wohin, nach welcher Seite er von da aus seinen weiteren Angriff zu richten hat, um mit dem geringsten Aufwande von Kräften, Zeit und Geld das Meiste zu leisten.

Eine ähnliche, jedoch weit untergeordnetere Anwendung findet Schlägel und Eisen zur Unterstützung

Digitized by Google

der Keilhaue, als reine Hülfsarbeit, bei dem Flötzbergbaue, um festere in der ganzen übrigen Masse zerstreut inneliegende Parthien, wie Quarz, Hornstein, Gips, (im Letten) und dergl. herauszuhauen. So z. B. nach dem schon oben bei der Keilhauenarbeit §. 28. S. 194 Erwähnten, bei den Quarz-Knoten und Bahnen; auf demselben Flötze bei Richelsdorf in Hessen bei den Gipsknoten in Letten, (vergl. Ey, über den dortigen Bergbau in Karsten und v. Dechen, Arch. f. Min. Bd. XVII. (1843.) S. 757. u. f. f.), wo Quarz und Gips mit der Keilhaue umlocht und dann mit Schlägel und Eisen herausgewonnen werden; oder bei dem Abbaue von (Braun-) Eisensteinlagern, wo einzeln inneliegende Hornsteinparthien mit dem Nacken der Keilhaue oder mit dem Treibefäustel zerschlagen und dann zwar soweit möglich mit der Keilhaue, bei groser Festigkeit aber mit Schlägel und Eisen herausgewonnen werden müssen.

§. 20. Die Anwendung der Schlägel- und Eisen-Arbeit zum Zuführen.

Unter Zuführen versteht man das Ebenen und Glätten von Flächen; (ursprünglich von Gestein, nachmals indess auch auf Mauerwerk angewendet.)

Im weiteren — hier freilich nicht zu berücksichtigenden — Sinne wendet man diese Bezeichnung auch an auf die regelmäsige Herstellung von Strecken und Schächten zur Beseitigung von Brüchen, Verengungen und Unebenheiten aller Art darin; wo somit zwar die ursprüngliche Bedeutung dieselbe bleibt, jedoch von einem allgemeinen Gesichtspunkte aus genommen ist, ein Regeln des Baues im Ganzen, nicht aber, wenigstens nicht nothwendigerweise, bis in die kleinsten Einzelnheiten darunter verstanden wird.

Jenes Glätten der Flächen hat entweder a) den Zweck, Unebenheiten zu beseitigen, welche überhaupt die Benutzung der Räume erschweren, besonders bei an sich kleinerem Querschnitte derselben, z. B. von Strecken, Schächten u. s. f. oder b) den, Räume von vorgeschriebener Regelmäsigkeit und Gröse für bestimmte

Digitized by Google

Zwecke herzustellen, so namentlich für den Einbau von Maschinen.

Ein solches bis in die grösten Einzelnheiten eingehendes Ebenen und Glätten kann natürlich durch keine andere Gewinnungsarbeit in dem Grade erreicht werden, weil keine so im Kleinen wirkt, so durch allmälige Gewinnung kleiner Theile fortschreitet, bei keiner die Wirkung der angewendeten Kraft so genau abgemessen werden kann wie bei dieser. Desshalb bedient man sich ihrer nicht nur überall da, wo die Herstellung ebener Flächen endlicher und alleiniger Zweck ist, sondern auch da, wo man nur überhaupt einen Raum von genau bestimmter Gröse und Regelmäsigkeit verlangt; endlich auch da, wo man fürchtet, durch Anwendung einer anderen, mit gröserer und weniger abzumessender Kraftäusserung verbundenen und gewaltsamer wirkenden Gewinnungsarbeit, wie Bohren und Schiesen, die ganze Masse dermasen zu erschüttern, dass nicht nur die Regelmäsigkeit des Raumes dadurch gestört, sondern auch sogar der Zusammenhang des Gesteins in dem Grade aufgehoben wird, dass man genöthigt ist, einen künstlichen Ausbau anzubringen, den man ausserdem hätte ersparen können; so z. B. bei vorhandenen einzelnen weit fortsetzenden Klüften.

Der einfachste Fall ist der, wenn es nur darauf ankommt, einen schon verhandenen Raum zuzuführen.

Diese Arbeit erfolgt, wie natürlich, durch Brunnen, selbst dann, wenn das Gestein minder fest und eine Gewinnung gröserer Stücke durch Hereintreiben mit Schlägel und Eisen möglich wäre, weil schon Letzteres eine genaueste Abmessung des Erfolges nicht gestattet, vielmehr man nicht sicher ist, dass nicht ein gröseres auf ein Mal abgetriebenes Stück noch in und über die herzustellende Fläche hinausreisst.

Dieses Brunnen muss hier vorzugsweise mit ganz sicherem regelmäsigen Schlage bewirkt werden. Es sind dazu sehr scharfe kurze Eisen nöthig, damit um so eher jede Seitenprellung vermieden, jeder Schlag unverkürzt übertragen werden kann; aus gleicher Ursache

Digitized by Google

bedient man sich leichter Fäustel, weil es hier nicht darauf ankommt, grose Kraftäusserungen zu entwickeln und viel zu gewinnen.

Einzelne grösere Hervorragungen, besonders auf der übrigens berichtigten Fläche noch zurückgebliebene, können dadurch beseitigt werden, dass man mit schweren Fäusteln wiederholt darauf schlägt und dadurch in sich selbst zermalmt, worauf sie mit Hülfe eines Eisens leicht weggeschafft werden. Man nennt dies **Taubschlagen**.

Soll der Raum gleichzeitig erst hergestellt werden, und man beabsichtigt dabei denselben in bestimmter Gröse und gewissen Grenzen zu erhalten, über welche nicht hinausgegangen werden soll, so muss, wenn dieser Raum von beschränkteren Masverhältnissen ist, wie z. B. Schräme für Gestänge, Kreuze, Schwingen u. s. f. der ganze Aushieb mit Schlägel und Eisen erfolgen, wie fest auch das Gestein sei. Ist er aber gröser, so kann wenigstens wohl ein Theil, der innerste Kern, durch eine andere, mehr fördernde Arbeit, namentlich wie das Bohren und Schiesen, gewonnen werden.

Hierbei sind zweierlei Wege einzuschlagen möglich.

Entweder wird dieser Kern — Taf. VI. Fig. 2. a — zuerst gewonnen, jedoch nur so weit, dass man von der künftigen Umfläche des Raumes noch weit genug entfernt eine Schale b von hinreichender und solcher Dicke stehen lässt, dass nicht etwa ein Schuss zu weit und bis über die bestimmte Grenze hinausreisst, wodurch man genöthigt werden würde, nachmals die ganze Fläche und zwar mit um so gröserem Aufwande weiter hinaus, bis zur Beseitigung der entstandenen Vertiefung, zu rücken, welche Schale b man sodann durch Zuführen wegnimmt.

Dieser Weg ist am besten einzuschlagen bei ganz unzerklüftetem Gestein von mäsiger und zwar gleichmäsiger Festigkeit.

Oder: man schrämt erst ringsherum die Umflächen aus — Taf. VI. Fig. 3. a — so dass dadurch ein in der Mitte stehenbleibender Kern b völlig abgesondert

wird, den man nachher mit aller Sicherheit ganz für sich herausgewinnen und dazu wohl selbst des Schiesens entbehren kann.

Dieses Verfahrens hat man sich mehr dann zu bedienen, wenn das Gestein zerklüfteter ist, so dass man bei dem ersteren dennoch theils ein weiteres Hinausgreifen, theils sogar ein weiteres Oeffnen der Klüfte durch die Erschütterung nicht ganz verhüten zu können fürchten müsste. Dasselbe ist am vollkommensten durchzuführen, wenn der auszuhauende Raum gros genug ist, um den Schram a so weit halten zu lassen, dass die Häuer hineintreten und darin arbeiten können, indem man ausserdem nur abwechselnd durch enges, daher minder tiefes, Vorausschrämen und sogleich folgendes Nachgewinnen des dadurch abgegrenzten Theiles vorschreiten könnte.

Diese Weise ist kostspieliger als die erste, weil das Schrämen aus dem Ganzen und nicht etwa in an sich dazu geeigneter Masse bewirkt wird, jedoch findet es bei weiten Maschinenräumen, Radstuben, selbst Schachtabteufen, Anwendung.

Die endliche vollständigste Glättung kann wohl noch ganz zuletzt erfolgen, wenn die Beengtheit des Schrames nicht gestattet, sie gleich bei dessen Aushieb herzustellen.

§. 21. Schlüsslich darf im Allgemeinen nicht unerwähnt bleiben, dass die Schlägel- und Eisen-Arbeit, insbesondere, wenn sie durch Brunnen erfolgt, der Gesundheit sehr nachtheilig und daher beschwerlich wird, wenn die Baue trocken, eng und schlecht mit Wetterzuge versehen, noch mehr, wenn die Erze kiesig, arsenicalisch und von ähnlicher Beschaffenheit sind, weil bei keiner Arbeit ein so groser Theil der ganzen Masse zu einem so feinen Staube zermalmt wird. Von diesem Gesichtspunkte aus ist den Häuern durch Einführung des Bohrens und Schiesens eine sehr grose Erleichterung geworden, und die ungleich längere Lebensdauer der jetzigen Bergleute gegen die der älteren, vor jener Zeit, möchte wohl zum allergrösten Theile hierauf beruhen.

Digitized by Google

§. 22. **Beispiele von Leistungen bei Schlägel- und Eisen-Arbeit.**

Ueber die Leistungen bei der Schlägel- und Eisen-Arbeit lässt sich sehr wenig sagen, weil dieselbe heut zu Tage nicht nur überhaupt wenig, sondern auch noch überdem sehr selten für sich allein angewendet wird.

Zum Nachweis für die oben, §. 4, aufgestellte Behauptung: dass die Bergleute der älteren Zeit mit dieser Arbeit sehr grose, manchmal unglaubliche Leistungen erreicht haben, mögen zuvörderst einige der letzteren aus dem 16. und 17. Jahrhunderte mitgetheilt werden.

1) Nach einem Berichte von 1540 fuhren bei dem Betriebe des Thelersberger Stollns in dem Freiberger Revier auf Gängen im Gneus 4 Häuer in 2 Wochen 1 Lr. Länge auf.

2) Nach Berichten und Grubenregistern aus den Jahren 1582 bis 1591 war 1 Lr. Ort verdungen zu 3 bis 9, aber auch wohl bis 15 ja 20 alte Schock, (a 20 Ggr.)*) und wurden durch einen Häuer wöchentlich aufgefahren ¼ bis ⅛, zuweilen aber auch nur $^1/_{16}$, $^1/_{20}$ bis $^1/_{32}$ Lr. Länge.

3) In einem Kostenanschlage von 1608, über den damals vorgeschlagenen Betrieb eines neuen Revierstollns in dem Freiberger Revier — des nachmaligen Churfürst Johann Georgen-Stollns, — nimmt der Oberbergmeister Weigel an: dass durch 6 Häuer in vierstündigen Schichten vor jedem Orte wöchentlich wenigstens 1 Lr. aufgefahren werden könnte. Nimmt man nun auch bei allen diesen Angaben an, dass die Oerter selbst nur mit ¾ Lr. Höhe getrieben worden seien, was jedoch bei den letzteren nicht der Fall gewesen zu seyn scheint — so wie dass man theilweis Keile u. s. f. zu Hülfe zog, so bleiben diese Leistungen doch immer sehr hoch.

4) In Uebersichbrechen war 1 Lr. Höhe mit 8 bis

*) Das Wochenlohn eines Häuers für 5 vierstündige Schichten war 11 Ggr, eines Doppelhäuers für 5 achtstündige 22 Ggr.

Digitized by Google

14 alte Sch. verdungen, im Abteufen mit 10—14, aber auch bis 20 alte Sch. bei dem gewöhnlichen Queerschnitte von 1½ Lr. Länge und ½ Lr. Weite.

5) Aus dem 18. Jahrhunderte sind von A. Beyer (gründlicher Unterricht vom Bergbau, nach Anleitung der Markscheidekunst; vermehrte Auflage, Altenburg 1785. Thl. II. Cap. 6. §. 271.) Tabellen zum Anhalten beim Verdingen vor Oertern mitgetheilt, wonach die Anzahl der Tagewerke auf eine Ortshöhe von 1¼ Lr.

bei	2	Zoll	Neinbruchstiefe	7	bis	10
„	3	„	„	6	„	9
„	4	und 5	„	4	„	7
„	6	„ 7	„	4	„	6
„	8		„	4	„	5
„	9	„ 10	„	3	„	5 seyn könne

Damit stimmt auch der Inhalt alter Gedingbücher aus der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts überein, nach denen bei ¾ Lr. Höhe und etwa ⅜ Lr. Weite des Ortes bei

3	Zoll	tiefem	Neinbruche	auf	7			Tagewerke,
4	„	„	„	„	6	bis	7	„
5	„	„	„	„	4	„	7	„
6 und 7		Zoll	„	„	4	„	6	„
9 „ 10		„	„	„	4	„	5	„
bei 20		„	„	„	3	„	4	Tagewerke

verdingt wurde *).

6) In neuerer Zeit nimmt man in dem Freiberger Revier an, dass im Gneus und ähnlichen Gestein ein Ort noch ohne Nachtheil blos durch Schlägel- und Eisen-Arbeit betrieben werden kann, wenn davon bei 1,25 Lr. Höhe und 0,5 Lr. Weite, 1 Lr. Länge mit 30 Tagewerken herausgeschlagen werden kann, was also

*) Eine ähnliche kürzere Gedingtabelle, wie die obige, findet sich in C. J. Winkler, practische Beobachtungen über den Betrieb des Grubenbaues auf Flötzgebirgen. Berlin 1794. Abschn. IV. §. 51. S. 127.

Digitized by Google

auf die achtstündige Häuerschicht $\frac{1}{48}$ Cb. Lr. = $\frac{1}{6}$ Cb. mètr. giebt.

Bei festem Gestein hingegen, was durch Schlägel und Eisen nur unter besonderen Umständen, z. B. beim Zuführen, gewonnen wird, sind auf 1 Häuer nur 2 Cubfs. = 0,00585 Cub. Lr. = 0,0468 Cub. mètr. in der Schicht zu rechnen.

7) Auf Matthias Fdgr. in demselben Revier, wo sich vorzugsweise der Einhorn stehd. Gang, vermöge seiner lettigen und ganz aufgelösten Beschaffenheit, zur Gewinnung durch Schlägel- und Eisen-Arbeit (Schrämarbeit) eignet, kann vor Oertern 1 Häuer bei 0,04 — 0,6 Lr. Weite ein Tagewerk von 0,2 bis 0,3 Lr. Höhe und Weite in der Schicht herausschlagen, was 0,016 bis 0,054 Cb. Lr. = 0,128 bis 0,432 Cb. mètr. giebt.

Bei ganz lettiger und aufgelöster Gangmasse, in der wenig feste Quarzknoten vorkommen, und wo freilich auch die Gewinnung mehr mit Keilhaue und Schrämhammer bewirkt zu werden pflegt, während sich der Schrämspies sehr gut dazu eignete, stieg die Gewinnung in der achtstündigen Schicht bis auf 0,08 Cb. Lr. = 0,64 Cb. m.

Vor Förstenstösen endlich, bei 0,25 bis 0,6 Lr. Höhe, 0,3 bis 0,5 Lr. Länge und 0,5 bis 0,8 Lr. Weite, auf 0,0375 bis 0,24 Cb. Lr. = 0,3 bis 1,92 Cb. m.

8) Bei Friedrich Erbst. im Freiberger Revier wurden 1844 vor dem tiefen Stollnorte in aufgelöstem Granit mit Schrämarbeit (mit wesentlicher Unterstützung der Keilhaue,) durch 12 Mann in 4 Wochen bis 9 Lr. aufgefahren, was nach dem Gedingpreise zu 8 Thlr. auf einen Mann in der Schicht durchschnittlich 0,0182 Cb. Lr. = 0,1456 Cb. m. giebt.

9) Auf der Eisensteingrube Vereinigt Geschick in Geier'schem Revier in Sachsen wurde im Jahre 1841 bei einem Schachtabteufen in zum Theil in Glimmerschiefer übergehendem Gneuse, von unregelmäsiger, verworrener, kurzklüftiger Structur, mit vielen Quarz-

Digitized by Google

ausscheidungen, welcher zum Schiesen zu gebräch, dennoch aber so fest war, dass man keiner Zimmerung bedurfte, die Gewinnung blos mit dem Schrämspiese betrieben; dabei kostete 1 Lr. Abteufen bei 10 Ell. Länge und 4 Ell. Weite incl. Gezähe und Schmiedeaufwand 28 Thlr.

Wird nun letzterer, anderen Erfahrungssätzen nach, zu $\frac{1}{8}$ des ganzen Aufwandes angenommen, so musste durch einen Häuer pro Schicht durchschnittlich 0,02657 Cb. Lr. = 0,21256 Cb. m. gewonnen werden. Da bei dem vorherigen Betriebe blos mit Schlägel und Eisen das Lachter Abteufen 37 Thlr. kostete, so konnte sonach die Leistung eines Mannes nur 0,02011 Cb. Lr. = 0,16088 Cb. m. betragen haben.

10) Beim Hauen von Widerlagern zur Mauerung nimmt man die Kosten von einer Quadratelle, = $\frac{4}{7}$ Quadratmètre, mit Einschluss des Gezäh- und Schmiede-Aufwandes zu 7,5 Ngr. bis 2 Thlr. an, je nach der Festigkeit, Unebenheit u. s. f. Da nun jener Aufwand hierbei nie unter $\frac{1}{8}$ betragen, wohl aber bis zu $\frac{1}{4}$ ja $\frac{1}{3}$ steigen dürfte, so kann das Zuführen von 1 Quadratelle Widerlager mit Schlägel und Eisen 1 bis $6\frac{1}{2}$ Schichten erfordern.

Digitized by Google

IV. Die Hereintreibe Arbeit.

§. 1. Der Charakter der Hereintreibearbeit ist der einer Gewinnung in gröseren — oft sehr grosen — zusammenhängenden Stücken und Massen, ursprünglich mittelst eingetriebener Keile.

In dieser, noch jetzt gewöhnlichsten Weise stellt sie die dritte der Eisenarbeiten dar. Sehr oft zählte man sie der Keilhauenarbeit zu, weil sie bei Flötzbergbau gewöhnlich derselben folgt, diese vollendet; dass aber darin noch kein ausreichender Grund für eine solche Vereinigung liegt, wurde schon oben S. 106 bei jener Arbeit bemerklich gemacht. Weit einfacher liesse sie sich vielmehr als eine weitere Ausführung der Schlägel- und Eisen-Arbeit, also dieser zugehörig bezeichnen, da die ursprünglichen Gezähe ihrer Natur nach dieselben, nur gröser und schwerer sind, wenn nicht derselbe Zweck dieser Gewinnungsweise nicht allein durch Keile, sondern auch durch mehrere andere in der Wirkung, sonach im Bereiche der Anwendung ganz gleiche, in ihrem Wesen aber sehr verschiedene Mittel erreicht würde, welche somit nur unter diese Abtheilung vereinigt werden können, wenn man nicht deren noch andere ganz neue machen will.

§. 2. Anwendbar ist die Hereintreibearbeit überall da, wo der Zustand der anzugreifenden Massen entweder von Natur oder durch vorhergegangene Vorbereitungsarbeiten eine derartige Gewinnung im Ganzen gestattet, sonach

1) bei einem angemessenen Grade der Zerklüftung,

Digitized by Google

sowohl der Anzahl als der Lage und Offenheit der Klüfte nach;

2) bei verschrämten Massen. — Ferner ist sie anwendbar fast auf jeden nur nicht zu geringen Grad der Festigkeit. Unter übrigens günstigen Umständen können desto grösere Stücke mit einem Male hereingewonnen werden, je gröser die Festigkeit, insbesondere aber der Zusammenhang der Masse in sich, desto kleinere hingegen nur, je mehr die letztere zum Abbrechen geneigt ist, daher sogar bei festen und sehr festen Massen ohne alle Klüfte, oder wenigstens nur mit einzelnen entfernteren aber weit fortsetzenden dergl., das Hereintreiben von sehr gutem Erfolge begleitet werden kann. Gegenstand dieser Arbeit sind daher vorzugsweise solche Massen, welche sich durch regelmäsige Schichtungs- oder auch andere Klüfte und Ablösungen in plattenförmigen Bruchstücken gewinnen lassen, daher besonders auf Flötzen, obschon auch Lagern und Gängen.

Keine andere Gewinnungsarbeit gestattet aber die Anwendung einer so grosen Kraft auf einmal mit einem so genauen Abmessen des Erfolges, des Bereiches der Wirkung zu vereinigen, daher man nicht nur überall da zu ihr seine Zuflucht nimmt und nehmen muss, wo nur überhaupt grose Stücke gewonnen werden können und sollen, sondern auch wo diese Stücke eine bestimmte Gröse und eine vorgeschriebene regelmäsige Gestalt haben sollen, daher sie vorzugsweise bei allem Steinbruchsbetriebe unentbehrlich ist, bei welchem es auf Gewinnung von Material für Steinmetz- und Bildhauer-Arbeiten ankommt.

§. 3. Diese Arbeit setzt fast durchgängig, wie schon angedeutet, ein vorgängiges Verschrämen voraus, sofern nicht dasselbe durch weit fortsetzende offene Klüfte entbehrlich wird; sie vermag vielmehr nur höchst selten — und dann in beschränkten Fällen, meist nur mit geringerem Erfolge — selbstständig ohne weitere Hülfe, Anwendung zu finden, um die Gewinnung gleich aus dem Frischen zu bewirken, was eben der Grund seyn mochte, sie der Keilhauenarbeit unterzuordnen.

Digitized by Google

Vorbereitet wird sie 1) durch die letztere Arbeit, 2) besonders in älterer obschon auch in neuerer Zeit, durch Schlägel- und Eisen-Arbeit; ihrerseits kann sie wieder als eine Hülfs- und Nach-Arbeit dienen: 3) für Bohren und Schiesen; und selbst zuweilen 4) für das Feuersetzen.

§. 4. Dass auch die Hereintreibearbeit eine uralte seyn muss, liegt ebenfalls in der Natur derselben. Von der ersten Erfindung des Keiles und dessen Anwendung zum Spalten von Holz und dergl. an, lag natürlich dessen weitere Benutzung zum Spalten von Steinen, in deren Klüfte er eingetrieben wurde, sehr nahe; indess fehlt es auch in den schon bisher aufgeführten älteren Schriftstellern nicht an ausdrücklichen Andeutungen, dass diese Arbeit auch wirklich bei dem Bergbaue schon in sehr alter Zeit angewendet wurde.

Wenn Diodorus Siculus und Agatharchides bei Gelegenheit des Bergbaues bei Berenice, a. a. O. von dem Spalten des Gesteines durch grose Hämmer sprechen „welche Arbeit nur Kraft nicht Geschicklichkeit erfordere“ so kann man nicht wohl an etwas anderes dabei denken, als an die Treibefäustel der Hereintreibearbeit deren Anwendung noch dazu für sich allein, ohne Keile, zur Gewinnung aus dem Ganzen und Frischen doch wenig Erfolg gehabt haben möchte. Doch ist auch wirklich fernerweit von den Spalten die Rede welche durch die Keile gemacht worden seien und in welche Kinder hineinkriechen mussten um die kleinen Stücke (erzhaltiges) Gestein herauszuholen.

Plinius (Lib. XXXIII. cap. 4.) erwähnt den Angriff des Gesteines durch Keile und Fäustel (cuneis et malleis,) ausdrücklich, obschon mehr als Nacharbeit für das Feuersetzen, sowie denn der weiterhin von ihm beschriebene grosartige Bruchbau, bei welchem ganze Theile von Bergen völlig unterhöhlt und sodann durch Wegschlagen der stehengelassenen Bergfesten zum Einsturz gebracht wurden, den Schluss seiner Vorbereitung somit doch nur durch eine Hereintreibearbeit fand.

Dass aber die Alten bei ihren Steinbruchsarbeiten

Digitized by Google

über und unter Tage sich dieser Arbeit ebenso vorzugsweise bedienten, wie diess noch jetzt geschieht, ist nicht nur durch die Angaben mehrerer sich darüber verbreitender Schriftsteller, welche besonders Blas. Caryophilus de marmoribus antiquis §. 9. 10. 12 namhaft macht, sondern auch durch die Spuren in ihren noch vorhandenen alten Steinbrüchen nachgewiesen. (Vergl. u. A. L. F. Wolfram, Lehrbuch der gesammten Baukunst Bd. I. Stuttgart und Wien 1833. §. 241. (nach Ripault.) — Schweigger und Meinecke, Jahrbuch der Chemie und Physik Bd. V. (1822) S 120. (nach Rozière und Faujas de St. Fond). — K. E. v. Moll, Jahrbücher der Berg- und Hütten-Kunde Bd. III. (1799) S. 333. nach Genz. — J. Rondelet, Kunst zu bauen; übers. von C. H. Distelbarth Bd. I. Leipzig und Darmstadt 1833. Abth. I. Cap. 1. S. 42. — u. Mehrere.

So blieb diese Arbeit überall, wo die Gewinnung der Massen nicht blos Mittel sondern Zweck war, die am meisten angewendete, da wo sich nur irgend Gelegenheit dazu bot, bis zu der Zeit der Einführung des Pulvers bei dem Bergbaue; aber auch von da an und noch jetzt hat sie sich noch vielfach als sehr nützlich im Gebrauche erhalten; unentbehrlich ist sie überall wo Regelmäsigkeit der zu gewinnenden Stücke bezweckt wird.

§. 5. Die dieser Arbeit zugehörenden Gezähe und Vorrichtungen sind folgende:

1) das Treibefäustel, zweihändige Fäustel, Päuschel;

2) der Keil;

3) der Fimmel;

4) die Legeisen;

5) die Brechstange, das Brecheisen, der Brechbaum, Wuchtbaum;

als Hülfsgezäh:

6) Schlägel und Eisen;

7) die Keilhaue;

8) der Schrämhammer;

Digitized by Google

9) der Schrämspies und der Schrämmeisel,
10) die Säge.

§. 6. Das Treibefäustel, zweihändige Fäustel, Päuschel — Taf. VI. Fig. 4. A Seiten- B obere Ansicht, und Fig. 5. A Seiten- B vordere Ansicht, — ist dem Handfäustel ähnlich, jedoch gröser und schwerer, daher es mit zwei Händen geführt werden muss. Es besteht demnach aus dem eigentlichen Fäustel a, mit den Bahnen b an beiden Enden, und dem Helme d. Gestalt und Gröse: Auch das Treibefäustel ist, gleich dem Handfäustel entweder länger, mit schmälerer Bahn, wie Fig. 4. oder kürzer mit breiter Bahn, kolbiger, wie Fig. 5. Bei ersterem concentrirt sich das Moment des Schlages ebenfalls in einer kleineren Fläche, folglich wirksamer; bei letzterem ist es leichter den Schlag sicher zu führen; diess ist freilich hier, wegen des gröseren Gewichtes, noch nöthiger als bei dem Handfäustel, jedoch ist die Rücksicht darauf nicht zu weit zu treiben, wenn das Fäustel nicht unförmlich werden soll.

Die noch schärfer zusammengezogene Form giebt gegentheils mit gleichzeitig abnehmendem Gewichte das Gängfäustel, zum Zersetzen der schon gewonnenen Gangmassen. Der Queerschnitt des Fäustels ist vierkantig; die Längen-Kanten werden ebenso wie die anderen Bahnen, aus der bei der Schlägel- und Eisen-Arbeit §. 4. S. 215 angegebenen Ursache, gern verbrochen.

Der Queerschnitt nimmt gegen die Mitte, nach dem Auge hin, ebenfalls an Breite, wohl auch etwas an Höhe zu, um nicht das Fäustel an dieser Stelle zu schwächen, es vielmehr eher noch stärker werden zu lassen; je gröser daher der Queerschnitt an und für sich ist, desto unbemerklicher und minder wichtig ist diese Zunahme; bei ganz kolbigen Fäusteln fällt sie oft ganz weg.

Auch dieses Fäustel ist wie natürlich eigentlich in demjenigen Bogen zu krümmen in welchem es bei dem Schwunge geführt wird, während die Bahnen in den Krümmungshalbmessern der Endpunkte liegen; (Vergl.

Digitized by Google

das bei der Keilhaue S. 119 und bei dem Handfäustel S. 215 darüber Gesagte), indem es aber mit vollem Arme geführt wird, so liegt der Mittelpunkt dieses Bogens zwar in der Schulter des Arbeiters, da dieser jedoch dabei den Arm nicht gerade ausstrecken, auch das Helm nicht, am wenigsten während des ganzen Schwunges, ganz am unteren Ende fassen kann, so lässt sich durchschnittlich die $1\frac{1}{2}$ fache Länge des Helmes als Halbmesser annehmen.

Besitzt das Fäustel nicht auf seine ganze Länge gleiche, sondern in der Mitte mehr Höhe, so ist jener Halbmesser der mittlere, wogegen man die obere Fläche nach einem kleineren, die untere nach einem gröseren krümmt wie in Taf. VI. Fig. 4. Je kürzer das Fäustel, je länger das Helm ist, desto weniger Einfluss hat die Krümmmung welche überhaupt bei diesem Fäustel am ersten ganz vernachlässigt wird.

Das Material zu dem Fäustel ist Schmiede- oder wohl auch Guss-Eisen, letzeres hier besonders desshalb, um es bei seiner oft grosen Masse wohlfeiler machen, nebenbei wohl auch wegen des minderen Rostens in der Feuchtigkeit; hingegen ist das Gusseisen, wie schon oben bei dem Handfäustel S. 215 bemerkt wurde, spröder, bricht und brockt leichter und ist soviel als gar nicht auszubessern möglich.

Ferner bestehen die schmiedeeisernen Fäustel entweder nur aus Schmiedeeisen — so besonders da wo man noch gern am Alten hängen bleibt, — oder sie sind besser an den Bahnen durch angeschweiste Stahlplatten verstählt; oft freilich nur mit wenigen Lothen Stahl. Das Verstählen verhindert das schnelle Straubenschlagen und somit Abnutzen und giebt allein einen hinreichend festen Schlag, der freilich, wenn er wieder auf Stahl trifft, auch zu prellend werden kann. Blos eiserne, unverstählte, Fäustel möchten noch am Ersten auf hölzerne Keile anwendbar seyn.

Das Helm d ist von hartem, besonders zähen Holze, (Eschen) oft absichtlich biegsam und elastisch, dann schwächer; im Queerschnitte länglich viereckig,

mit abgerundeten Kanten, bei beabsichtigter Biegsamkeit auch rund; von letzterer kann man übrigens desto weniger Gebrauch machen je schwerer das Fäustel ist.

Gröse und Gewicht des Treibefäustels sind nach dessen Bestimmung und nach Herkommen sehr verschieden; besonders in älterer Zeit ging man darin sehr hoch hinauf. So giebt z. B. Agricola a. a. O. Buch VI. die zweihändigen Fäustel seiner Zeit als zweierlei an: ein kleineres zum Eintreiben der Fimmel, in der Bahn 2¼ Zoll breit und hoch, und ein gröseres 3¾ Zoll breit und hoch; beide 1 Fus lang; daher es nicht Wunder nehmen kann, dass dergl. Fäustel einige und 20, 30, ja noch mehr Pfund wogen.

(S. u. A., J. Mathesius, Sarepta, 5te Auflage. Freiberg 1679. Predigt XII. S. 545. — A. v. Schönberg, Berginformation. Leipzig 1693. Art. Fimmelpäuschel; ferner Rössler, Berward und Hertwig.)

Aber auch noch jetzt finden sich dergleichen sehr schwere von 25 bis 30 Pfund, besonders bei Tagebauen, so u. A. bei dem Schwefelbergbau zu Hellin in Murcia in Spanien (s. Anales de minas t. II. (1841) p. 263); bei der Granitgewinnung bei Penryn in England (s. London and Edinburgh philosoph. magazine and journal of science; 3. ser. Vol. II. (1833) p. 324. u. a. O.)

So grose und schwere Fäustel sind jedoch nicht zweckmäsig, weil sie den Arbeiter unnöthig ermüden ohne den Erfolg mehr zu fördern als leichtere, die lieber mit stärkerem Schwunge geführt werden können. Gewöhnlich hat man sie jetzt in den Bahnen 1½ — 1¾ Zoll ins Gevierte, in der Mitte 2½ bis 2¾ Zoll und von 7 bis 9 Zoll Länge; bei kolbigeren von 2½ bis 3 Zoll in den Bahnen und 5 bis 6 Zoll Länge; gegentheils freilich auch noch schlankere, wie z. B. v. Oeynhausen und v. Dechen in dem Aufsatze über den englischen Kohlenbau (in Karsten Arch. für Mineralogie u. s. f. Bd. VI. (1833) S. 100) die dortigen Fäustel zu 1¼ Zoll in den Bahnen und 2 Zoll im Auge, dagegen 9¾ bis 13 Zoll Länge angeben. Das Gewicht

Digitized by Google

der neueren Treibefäustel ist gewöhnlich 7 bis 10, wohl auch 12 Pfund.

Das Helm hat eine solche Stärke, dass es eben mit den Händen fest gefasst und umspannt werden kann, ausser wenn es, wie schon erwähnt, biegsam seyn soll, wo es wohl nur bis 1 Zoll Stärke bekommt, freilich dann auch das Fäustel minder schwer gemacht wird. Die Länge, auf das Fassen mit zwei Händen und auf Vergröserung des Momentes beim Ausschlage berechnet, ist 24 bis 30, zuweilen nur 18 bis 20 Zoll, dagegen auch bis 3 Fus; erstere geringste Länge vermindert seine Brauchbarkeit durch zu geringen Schwung, letztere zu grose, durch unsicheren Schlag.

Der schon angedeutete Zweck des Treibefäustels ist hauptsächlich: das Eintreiben von Keilen aller Art. Statt seiner bedient man sich wohl auch hie und da anders gestalteter Hämmer, welche zugleich andere Bestimmungen zu erfüllen haben; so des 12 bis 14 Pfund schweren sogenannten Bläukopfes bei der Gewinnung der Mühlsteinlava am Niederrhein, (S. Karsten Arch. f. Bergbau u. s. f. Bd. XVII. (1828) S. 413) dessen einer Theil ein Fäustel darstellt, der andere aber hakenförmig gekrümmt ist, um Gesteinstücke damit wegzuziehen.

Sehr selten werden hölzerne Hämmer ausreichend und anwendbar seyn, nur etwa beim Angriffe sehr milder, leicht trennbarer Massen durch hölzerne Keile, wo schon das eiserne Fäustel einen zu harten Schlag geben würde; ein Fall, welcher in den Steinbrüchen bei Mastricht stattfindet. (Vgl. Karsten Arch. f. Bergbau u. s. f. Bd. XI. (1826) S. 212.)

Für gelegentlichen Bedarf endlich wird auch das Treibefäustel durch die Nacken der Keilhaue, besonders der mit einem Fäustelartigen Ansatze versehenen oder noch besser durch den wirklichen Schrämhammer ersetzt.

§. 7. Der Keil; von ihm sind zwei Arten zu unterscheiden:

A. der eigentliche Keil,

B. der Fimmel.

Digitized by Google

§. 8. Der Keil, Strebkeil, Plötz, Taf. VI Fig. 6. A. Seiten-, B. vordere, C. obere Ansicht Fig. 7. Seitenansicht, Fig. 8. vordere Ansicht.

Seine Grundansicht ist die eines gewöhnlichen Doppelkeiles, bei welchem beide Seiten, vom Rücken herab schräg gegen einander und unten zu einer Schärfe zusammenlaufen. Diese Seiten sind entweder durchaus gleichförmig verflächt, oder auch etwas gewölbt; letzteres ist vorzüglicher, was bei Gelegenheit des Fimmels, bei welchem es häufiger Anwendung findet, erörtert werden wird. Agricola a. a. O. giebt sogar auch den Keil unterhalb des Kopfes breiter an, als an letzterem und an der Schneide, was zwar nicht unzweckmäsig, jedoch ebenfalls mehr dem Fimmel zugehörig ist.

Der Grad der Verflächung — Zuschärfung — des Keiles hat sich wesentlich nach dem Grade des Zusammenhanges der zu trennenden Masse zu richten; je schneller der Keil abläuft, unter einem je stumpferen Winkel sich beide Keilflächen mit einander vereinigen, desto plötzlicher drängt jener das Gestein auseinander, desto mehr Widerstand setzt aber auch letzteres dem Eindringen des Keiles entgegen, bis endlich der gröste Theil der treibenden Kraft nur auf das Zermalmen, nicht aber das Zerspalten des Gesteines hinwirkt; je schärfer, — geschleifter — aber der Keil zuläuft, desto allmäliger, aber auch kräftiger, erfolgt das Auseinandertreiben der Seitenwände; gegentheils wird bei festerem, stärker zusammenhängenden Gesteine schon ein geringes Auseinanderdrängen eine desto weiter fortsetzende Trennung erzeugen, je unelastischer dasselbe ist.

Hiermit hängt übrigens auch die Gröse der Keile zusammen; es taugt jedoch unter allen Umständen nichts, mit letzterer zu weit zu gehen, weil, selbst wenn ein Gestein geneigt ist, tiefe und weite Spalten öffnen zu lassen, bevor die Trennung erfolgt, es besser ist lieber nach und nach mehr Keile einzusetzen; wovon bei der Anwendung dieses Gezähes mehr.

Das Material zu dem Keile ist fast immer Eisen, mehrentheils in der Schärfe verstählt, da er nur in schon

Digitized by Google

vorhandenen Spalten eindringen, nicht aber diese öffnen soll; ihn gerade von weichem Eisen zu machen, wie Einige anrathen, ist selbst bei milderem Gesteine kein hinreichender Grund vorhanden, es könnte dadurch nur das Straubenschlagen und somit der Abgang, bei festem Gestein und rauhen Flächen aber auch die Reibung in den Seiten vermehrt werden. Um ersterem entgegen zu wirken hat man ebenfalls die Kanten an dem Rücken abzustumpfen.

Eine eigenthümliche Art, welche sich bei dem Kohlenbergbaue in Saarbrücken findet, wohin sie aus Frankreich gekommen seyn soll, ist die Taf. VI. Fig. 8. aus Eisen und Holz in der Art zusammengesetzte, dass der Keil a erst an einem kurzen Hefte b befestigt ist, das eine Fortsetzung desselben bildet. Um das Straubenschlagen zu verhindern, ist letzteres oben mit einem eisernen Ringe c gebunden. Auf diese Weise hat man einen langen gut zu handhabenden und doch leichten und wohlfeilen Keil, der beiläufig wohl auch einen weicheren Schlag als von Eisen auf Eisen, oder gar Stahl auf Eisen giebt; der Erfahrung nach sollen sich diese Keile recht gut halten.

Ganz hölzerne Keile sollen zwar nach den Angaben Einiger, aufgefundenen Spuren zufolge, schon in älterer und ältester Zeit, schon bei Gangbergbau angewendet worden seyn *), indess ist nicht abzusehen, wie aus Spuren von der Anwendung von Keilen mit Sicherheit gefolgert werden kann, dass es hölzerne Keile gewesen seien, überdem deren Anwendbarkeit gerade bei Gangbergbau, der Gesteinsfestigkeit wie der örtlichen Verhältnisse wegen, mehr als fraglich.

In neuerer Zeit kommen sie noch am ersten bei

---

*) Vergl. darüber H. Genz in K. E. v. Moll, Jahrbüchern der Berg- und Hütten-Kunde, Bd. III. 1799. S. 334; — J. v. Born Briefe über mineralogische Gegenstände, Brief 20. S. 189. — J. D. Engels, über den Bergbau der Alten in den Ländern des Rheins, der Lahn und der Sieg. S. 6. — Baader in Köhlers bergmännischem Journal, Jahrgang III. (1790) Bd. 2. S. 544.

Digitized by Google

Steinbruchsarbeit vor, und zwar gewöhnlich unter Mitwirkung des Wassers, wovon später. **Brard**, in seinen élémens pratiques d'exploitation. Cap. II. §. 1. p. 96. führt an: dass man sich ihrer auch bei dem Steinsalzbergbaue bediene; — diess müsste vielleicht in Frankreich der Fall seyn. Dergleichen Keile werden am besten von hartem, gut ausgedörrtem Holze gefertigt, sie mögen nun blos durch Eintreiben oder durch Anziehen von Wasser wirken sollen; Weidenholz, überhaupt weiches, oder gar schwammiges, wie dergl. **Wolfram** (L. F. **Wolfram**, Lehrbuch der gesammten Baukunst Bd. I. Stuttgart und Wien 1833. §. 242. S. 172.) wahrscheinlich nach anderen Schriftstellern, für die Anwendung mit Wasser empfiehlt, würde für die Gewinnung festen Gesteines wenig Erfolg geben, da es in sich selbst zu wenig Körper hat, stark zusammendrückbar ist, so dass die blose Wasseranziehungsfähigkeit nicht ausreichen würde.

Die **Masverhältnisse** der Keile, überhaupt besonders der eisernen, sind verschieden, innerhalb des oben angedeuteten Bereiches sogar ziemlich willkührlich, nur dass zu kleine eben so selten hinreichend wirksam, als zu grose und schwere nothwendig sind.

Die Länge ist 5, 6 bis 10 Zoll, zuweilen aber wohl 14, 15 ja bis 18 Zoll; die Breite 1½ bis 3, wohl auch bis 5 Zoll; die Stärke am Rücken 1 bis 3 Zoll.

Je zäher das Gestein ist, je tiefer sich daher die Klüfte öffnen ohne doch eine gänzliche Trennung bewirken zu lassen, desto länger und stärker muss der Keil werden, je regelmäsiger geradliniger die schon ursprünglich vorhandenen Klüfte sind, desto breiter kann er seyn, obschon ohne merkliche Erhöhung der Wirksamkeit, vielmehr wird zuletzt nichts als die Reibung an den Seiten vermehrt.

Ueberhaupt hatte man früher bei dem Bergbaue, wo die Anwendung der Hereintreibearbeit viel gewöhnlicher war und an der Stelle des Bohrens und Schiesens stand, selbst für eine und dieselbe Gesteinsbeschaffenheit,

Digitized by Google

je nach der Gröse der Bruchstücke die man auf einmal loszumachen hoffte, mehrere Arten. — Der gröste war, nach Agricola a. a. O. Buch VI., der sogenannte Werken (wovon vielleicht bis jetzt noch die bei Steinbruchsarbeiten hier und da die übliche Bezeichnung: Wecken, — für Keil — abstammt,), er hatte 9¾ Zoll Länge, 4½ Zoll mittlere Breite, oben 3 Zoll Breite und 2¼ Zoll Dicke. Ihm zunächst stand der Plötz, unter demselben Namen noch jetzt in Steinbrüchen vorkommend, von Berward, Rössler, A. v. Schönberg und Hertwig *) unter dem Namen: Stück aufgeführt. Nach Agricola waren diese 4½ Zoll hoch und breit, oben 1½ Zoll, unten 1⅛ Zoll stark; nach den Angaben der Andern und nach aufgefundenen Exemplaren davon, auch 6 Zoll lang, 2½ Zoll breit.

Endlich die Federn oder Federkeile, sie waren nach Agricola eben so lang und breit als die Plötze, aber ganz dünn.

Letztere beide waren unten nicht scharf, daher sie das Vorhandenseyn einer offenen Kluft oder eines Schrames, Ritzes, voraussetzten; auch wurden sie, wie sich unten aus der Beschreibung der Verfahrens ergeben wird, in alter Zeit weniger selbstständig, vielmehr als Hülfsstücke des eigentlichen Keiles oder des Fimmels, daneben auch zur Zersetzung schon gewonnener groser Wände angewendet.

§. 9. Der Fimmel Taf. VI. Fig. 9. 10. 11. 12. 13. A. Seiten, B. obere Ansicht. Der Charakter ist der eines Spitzkeiles und als solcher bildet er, vornehmlich in den kleineren Exemplaren, den unmittelbaren Uebergang aus dem ungehelmten Bergeisen, sowie den aus der Schlägel- und Eisen-Arbeit in die Hereintreibearbeit, so dass dann als einziger Unterschied der bleibt, dass

---

*) C. Berward interpres phraseologiae metallurgicae, Frankfurt a. M. 1673. p. 16. — B. Rössler, hellpolirter Bergbauspiegel. (s. d. Verzeichniss der bergmännischen Ausdrücke im Anfange.) — A. v. Schönberg, Berginformation. Leipzig 1693. S. 94. — C. Hertwig vollkommenes Bergbuch, Dresden und Leipzig 1710. S. 388.

Digitized by Google

er nicht mit einem ein- sondern mit einem zweihändigen Fäustel — Treibefäustel — behandelt wird.

Zwar betrachten — vielleichst schon deshalb — Einige den Fimmel nur als ein stärkeres Bergeisen, wie ihn denn Agricola, Buch VI., auch Fimmeleisen nennt, (und wie wir es noch jetzt bei dem ungarischen und siebenbürgischen Bergbaue als Bergeisen, die Arbeit damit als Schlägel- und Eisen-Arbeit bezeichnet, sehr ausgebreitete, selbstständige Anwendung findet); Andere überhaupt als ein — mit, der mehreren Dauerhaftigkeit halber, eisernem Helm — es kommen auch wirklich dergleichen Fimmel mit Helmen noch heut zu Tage vor, theilweis sogar sehr grose und schwere, so z. B. zu Almaden in Spanien von 14 Pfund Gewicht mit 3 Fus langem Helme (S. Ezquerra del Bago laboreo de minas. t. I. cap. 1. §. 3. No. 50. p. 102.), dies sind indess in Wahrheit immer nur gewöhnliche Bergeisen, oder Schrämhämmer, welche unrichtig angewendet oder umgekehrt Fimmel, die für ihre Anwendung unrichtig eingerichtet sind.

Somit bleibt der wahre Character der oben bezeichnete: der eines Keiles, jedoch statt der Schärfe mit einer Spitze und zwar ohne Helm, dessen Anbringung seine Nutzbarkeit nur unzweckmäsig beschränken würde.

Die Gestalt des Fimmels ist verschieden.

Der Queerschnitt ist gewöhnlich vierseitig und zwar entweder quadratisch oder länglich vierseitig; letzteren zieht man oft vor und wohl mit Recht, aus dem Grunde, weil dann der Fimmel in engen und weiten, oder sich allmälig erweiternden Spalten gleich brauchbar ist, indem er in erstere flach, in letztere auf der hohen Kante eingetrieben werden kann. Hier und da scheinen auch Fimmel von dreiseitigem Queerschnitte Anwendung zu finden, oder gefunden zu haben. (Vergl. Ezquerra del Bago, laboreo de minas t. I. cap. I. §. 3. No. 49. p. 102 und J. P. v. Carosi, Reise durch verschiedene polnische Provinzen Leipzig 1781. Th. I. S. 178.) obschon kein besonderer Vortheil von ihnen abzusehen ist.

Endlich kommen selbst runde vor; (Vergl. London

Digitized by Google

and Edinburgh philosoph. magazine and journal of science Vol. II. (1833) p. 324.), welche zum Einsetzen in vorgängig gebohrte Löcher, durch welche die Gewinnung in Steinbrüchen zuweilen eingeleitet wird, vorzugsweise geeignet seyn sollen. Hiervon später mehr.

Auch die übrige Gestalt ist verschieden. Die einfachste ist die mit vom Kopfe bis zur Spitze ganz gleichmäsig zulaufenden Seiten, wie Taf. VI. Fig. 9. — in dieser steht der Fimmel dem gewöhnlichen Keile am nächsten; eine andere Form ist die wie Fig. 10., bei der er einen ziemlich auf seine ganze Länge gleich grosen Queerschnitt hat und nur unten in eine prismatitische oder runde — bei dergleichen Queerschnitte — Spitze ausläuft. In dieser Form kommt er u. A. unter den Namen Wolf bei dem Bergbaue im Bleiberge bei Commern am Niederrheine, vor (S. v. Oeynhausen und v. Dechen, über diesen Bergbau in Karsten Arch. für Bergbau in. s. f. Bd. IX. (1825) S. 82) bei dem Steinkohlenbergbau bei Zwickau in Sachsen, u. a. a. O. Hier stellt er ganz das ungehelmte Eisen dar (Vergl. Schlägel- und Eisen-Arbeit §. 7. S. 219 u. ff. und Taf. V. Fig. 5. 6.). Die brauchbarste Form ist aber die Taf. VI. Fig. 11. 12. und 13. Hier ist er nur auf einen Theil, etwa ⅓, seiner Länge gleich breit und stark, prismatisch gestaltet und läuft von da an auf die übrige Länge mit etwas gewölbten Seiten zu einer Spitze zusammen, wie Fig. 11., oder noch besser ist auch von seiner oberen Hälfte nur ein Theil a prismatisch, an ihm ist unten die pyramidale Spitze b angesetzt, und oben ist er zu einer schmäleren Bahn c zusammengezogen, wie Fig. 12.

Letztere u. A. bei dem märkischen Kohlenbergbau angewendete Form kommt sonach auf die von Agricola beschriebene zurück, wie solche Fig. 13. zeigt.

Diese Gestalt, die eines an einen gleich starken oder selbst oben wieder zusammenlaufenden Obertheil angesetzten Spitzkeiles, gewährt nämlich bei Keilen aller Art den Vortheil, dass dieselbe nicht auf ihre ganze Länge eingeklemmt werden können, vielmehr wie tief sie auch

eingetrieben werden, der obere Theil bei ihnen frei bleibt, wie sich dies aus Taf. VI. Fig. 14. ergiebt, so dass man sie, wenn sie wirklich in eine Spalte mit ihrer ganzen Länge eingedrungen wären, ohne die Trennung des Gesteines bewirkt zu haben, durch Seitenschläge leicht wieder lösen kann.

Hinsichtlich des Zuganges der Seiten und der Zuspitzung gilt natürlich dasselbe was bei den Keilen bemerkt wurde, daher haben auch Fimmel mit kurzer mehr kolbiger Spitze an und für sich weniger Nutzen und Werth. Uebrigens ist es ebenso bei ihnen angemessen, die Kanten der Bahn — bei der letztbeschriebenen Form selbst die des oberen Theiles, — abzustumpfen.

Material. Der Fimmel ist ebenfalls gröstentheils von Schmiedeeisen, vorn verstählt, nur ausnahmsweise ganz von Stahl, da hieraus kein Vortheil zu schöpfen ist, als etwa beim ersten Angriffe eines noch ganz ungeöffneten Gesteines, sonach zur Benutzung als Bergeisen.

Gröse. Agricola giebt den Fimmel seiner Zeit zu 9¾ Zoll Länge, 1½ obere Dicke, 2¼ Zoll oberer und 3 Zoll mittlerer Breite an. Da, wo sie noch jetzt in Anwendung sind — wenn auch wohl unter dem Namen Bergeisen, wie z. B. bei dem mansfeldischen Kupferschiefer-, dem ungarischen und siebenbürgischen Erz-Bergbaue, auf Steinkohlen, Dachschiefer u. s. f. — haben sie 6 bis 8 Zoll, für tiefer spaltende, auch plattenförmige Massen 12, 14 bis 18 Zoll Länge, dabei 1 bis 1¼ Zoll Dicke und ebensoviel bis 2 Zoll Breite. Ist der mittlere Theil dicker als die Bahn, so erhält diese nur ¾ bis 1½ Seitenbreite.

Das Gewicht ist, je nach der Gröse 20 Loth bis 4, ja bis 6 Pfund.

Keile und Fimmel dienen um grose, besonders plattenförmige Massen im Ganzen auf-, ab- oder hereinzutreiben, entweder aus dem Frischen oder nach vorhergegangenem Verschrämen, oder endlich, nachdem sie durch eine vorhergegangene Gewinnungsarbeit schon gröstentheils gelöst sind. Der Fimmel hat den Vorzug, dass er in jede Vertiefung, jede ganz unregelmäsige Spalte

REESE LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA

Digitized by Google

einzudringen, diese mehr zu öffnen, ja sogar eine Vertiefung aus dem Frischen herzustellen vermag. Sein Gebrauch ist daher weit gewöhnlicher als der des Keiles.

§. 10. Die Legeisen, Legbleche, sind dünne Eisen oder Bleche, welche in die vorhandenen Spalten, noch mehr bei unzerklüftetem Gestein, in die eingehauenen Schräme und Ritze, gelegt werden, um dazwischen die Keile und Fimmel einzutreiben; ihr Zweck ist: 1) festere und glättere Seitenflächen herzustellen, um so das Eintreiben zu erleichtern; 2) die Wirkung der Keile auf eine breitere Fläche zu vertheilen und dadurch das Ausbrechen von kleinen Stücken, an den Stellen, wo sie oben anliegen, zu verhindern; 3) einen weiteren Schram Schram auszufüllen um auch mit schwächeren Keilen darin arbeiten zu können.

In älterer Zeit bediente man sich der Stücke, der Plötze und Federn für diesen Zweck, welche daher weniger als eigentliche Keile, sondern lediglich als Futter für den Werken dienten. In neuerer Zeit kommen sie fast nur in Steinbrüchen in Anwendung.

§. 11. Die Brechstange, der Brechbaum, der Wuchtbaum, das Gewäge, Taf. VI. Eig. 15. 16. A. Seiten- B. vordere Ansicht, Fig. 17. vordere, Fig. 18. Seitenansicht. Fig. 19. A. Seiten-, B. Stirn-Ansicht, besteht aus einem mehr oder minder langen Hebel von Eisen oder Holz, mit welchem die durch Keil, Fimmel, oder irgend eine andere Arbeit gelösten Massen vollends abgehoben und hereingeworfen, in einzelnen seltenen Fällen ganz aus dem Frischen gewommen werden.

Die eigentliche, gewöhnliche Brechstange oder das Brecheisen, Taf. VI. Fig. 15. 16. ist eine gerade Eisenstange, vierkantig, mit verbrochenen Kanten, oder selbst zuweilen rund, welche an dem einen Ende in eine stumpfe Schneide ausläuft; diese liegt entweder ziemlich in der einen Seitenfläche der Stange, oder ist, mehr oder weniger gekrümmt, einen sogenannten Schuh bildend, unter einem stumpfen Winkel angesetzt. Gewöhnlich ist dessen Schneide etwas, zuweilen bedeutend,

breiter als die Stange, obschon mit der Breite allemal die Schwierigkeit des Eindringens wächst.

Ist der Schuh in der Mitte seiner Breite gespalten wie in Fig. 17. gewissermasen eine Klaue bildend, so heist er und nach ihm die ganze Brechstange: ein Ziegenfus.

Dieser Ziegenfus, schon vor Jahrhunderten so wie noch jetzt bei dem Bergbaue angewendet *) gestattet ein festeres Einsetzen der Brechstange insbesondere in unregelmäsige, nicht gerade fortlaufende Klüfte. Man stellt wohl auch eine der beiden Klauen spitz, die andere scharf und dann kürzer dar, um mit der ersteren stosend arbeiten zu können; jedoch vermindert sich dann die Brauchbarkeit als gewöhnliche Brechstange. Lange und starke, zur Ausübung eines sehr grosen Momentes bestimmte Brechstangen bekommen gegentheils wohl auch einen sehr starken Schuh, wie Fig. 18.

Oben endigt die Stange gewöhnlich in eine Bahn, um, wo nöthig mit dem Treibefäustel darauf zn schlagen, zuweilen jedoch läuft sie in eine runde oder pyramidale Spitze aus, welche zum Oeffnen von Klüften, selbst wohl zum Schrämen dient. Dadurch stellt die Brechstange eine Verbindung mit einem sogenannten Stecheisen dar, oder überhaupt den Uebergang in den §. 8. der Schlägel und Eisen-Arbeit, S. 229. beschriebenen Schrämspies mit starker pyramidaler Spitze.

Die Gröse der Brechstange ist verschieden; sie ist von 30 bis 60 Zoll, in einzelnen Fällen wohl 8 bis 10 Fus, ja bis 15 Fus lang, letzteres z. B. bei der Granitgewinnung in Finnland (Vergl. F. J. Wolfram Lehrbuch der Baukunst. Bd. I. (1833) §. 167. S. 119 — nach Montferrand). Die Dicke ist von 1¼ bis 2 Zoll; die Breite des Schuhes 2 bis 4½ Zoll.

Das Gewicht ist an sich gleichgültig, eher mög-

*) Agricola a. a. O. Buch VI. — Matthesii Sarepta. Aufl. 5. Predigt XII. S. 545. — Burkart, Aufenthalt und Reisen in Mexico. Thl. II. S. 242. — v. Oeynhausen in Karsten Arch. f. Bergbau. Bd. V. (1822) S. 290.

Digitized by Google

lichst klein zu machen, sofern nicht die Brechstange mit einer Spitze versehen, stosend, durch eigenes Moment wirken soll; daher nach Verschiedenheit der Gröse 15, 30 bis 100, ja 150 Pfund.

Da wo Brechstangen nicht oft nöthig und daher nicht zur Hand sind, auch nicht mit grosem Momente zu wirken haben, bedient man sich statt ihrer auch der Meiselbohrer.

Bedarf hingegen die Brechstange zur Ausübung groser Kraft einer bedeutenden Länge, und sie soll doch nicht im gleichen Verhältnisse schwerer und auch theuerer werden, so kann diese Verlängerung durch einen hölzernen Baum dargestellt werden. Dies giebt den sogenannten Brechbaum Taf. VI. Fig. 19. A. Seiten-, B. Stirn-Ansicht, wie derselbe u. A. bei dem Stockwerksbergbaue zu Altenberg im sächsischen Erzgebirge angewendet wird.

An einem 4 bis 8 Ellen langen, 6 bis 7 Zoll starken Baume a, wird in einen dazu ausgearbeiteten Falz ein gewöhnliches Brecheisen b angelegt und durch überschobene, dazu besonders mit Oehren vorgerichtete Ringe c befestigt.

Endlich werden wohl auch z. B. zur Gewinnung von Braunkohlen, Raseneisenstein, zum letzten Abheben von Steinsalz, Granit, 16 bis 25 Fus lange, ganz hölzerne Bäume angewendet; dann gern von hartem Holze.

§. 12. Schlägel und Eisen, Keilhaue und Schrämhammer als Hülfsgezähe, dienen vornehmlich zur Einleitung der Hereintreibearbeit um Klüfte zu öffnen oder Schräme herzustellen, in welche die Keile eingesetzt werden können, auserdem ersetzen Keilhaue und Schrämhammer bei minder festen Massen, so bei vielen Steinkohlen das Handfäustel, nicht selten die Stelle des Treibefäustels, um mit ihnen die Keile einzutreiben.

In dieser Weise waren z. B. bei dem älteren Cornwaller Zinnbergbaue Schrämhämmer und Keile, nächst Schaufeln, die alleinigen Gezähstücke (Vergl. H. de la Bèche, report on the Geology of Cornwall, Devon and

West-Somerset, London 1839. p. 528) und kommen für dieselbe Gebrauchsweise noch jetzt besonders in Steinsalzgruben vor, so z. B. in Siebenbürgen (Vergl. u. A. Becker, Journal einer bergmännischen Reise u. s. f. Thl. II. S. 131.)

Endlich dienen aber auch wohl beide Gezähe, Keilhaue und Schrämhammer, statt der Brechstange zum Abheben gelöster Stücke, so wie sogar, um dieses Abheben auch ohne vorhergegangenes Keilen, selbst in grosen Blöcken zu bewirken; so ebenfalls bei Dachschiefer und bei Steinsalz; eine Gewinnungsweise, welche freilich nicht mehr hierher gehört, sofern nicht beide Gezähe erst wieder mit dem Treibefäustel eingetrieben werden.

§. 13. Der Schrämspies oder Schrämmeisel wird natürlich ebenso zur Vorbereitung der Hereintreibearbeit angewendet; soweit überhaupt mildes Gestein zu behandeln, wie dies schon bei den vorhergegangenen Arbeiten erwähnt worden ist. Hierzu kommt in einzelnen Fällen selbst noch eine eigenthümliche Einrichtung, in welcher dieses Gezäh eine Zusammensetzung von Schrämspies und Brechstange darzustellen pflegt.

Dahin gehören z. B. die sogenannten eisernen Bäume, deren man sich in den Steinbrüchen bei Mastricht bedient, (Vergl. Karsten, Arch. für Bergbau u. s. f. Bd. XI. (1826) S. 201.) eiserne Stangen von verschiedener Länge, auf deren oberes Ende eine Art Meisel gesteckt wird, mit welchem man stosend arbeitet, während das untere Ende spitz zuläuft.

Eben hierher würde die sogenannte Stosstange zu zählen seyn, zur Nachhülfe beim Feuersetzen dienend, wenn nicht solche der Einrichtung wie der Benutzungsweise nach, lediglich letzterer Arbeit zugehörte, bei der sie deshalb näher betrachtet werden wird.

Diese Zusammensetzung von Schrämspies und Brechstange, nach Gestalt und Zweck, mag es auch, wie dies auch aufgefundene Exemplare davon nachweisen, gewesen seyn, mit denen schon die Römer ganze Baue in höchst geringer Weite zu treiben vermochten, wie aus dem oben angegebenen Falle hervorgeht, welchen

Digitized by Google

Ezquerra del Bayo in seinem laboreo de minas part. I. S. 85. anführt.

§. 14. **Die Säge.** Soviel auch die Säge zur weiteren Zertheilung und Bearbeitung schon gewonnener Massen in und auser den Steinbrüchen angewendet wird, so selten und wenig Gelegenheit findet sich, sie zur ersten Abtrennung der Gesteinmassen von dem ganzen Gebirge zu benutzen, schon deshalb, weil gewöhnlich der zu ihrer Führung nothwendige Raum fehlt.

Einer dieser seltenen Fälle findet bei der so eben §. 13. bezeichneten Gewinnung in den Steinbrüchen bei Mastricht statt. Die daselbst gebrauchte Säge, von verschiedener Länge, gehört zu der Art der Stos- oder Loch-Säge, ohne Gestelle; das Blatt ist stark, vorn breiter, um den Stösen besser zu widerstehen welche sie auszuhalten hat; die — kürzere — Anfangssäge stärker verschränkt, übrigens das Heft gebogen, um sie hart am Stose hinführen zu können.

Das Verfahren beim Hereintreiben.

§. 15. Die Hereintreibearbeit kann auf sehr verschiedene Weise ausgeübt werden:

A. **Durch Eintreiben von Keilen nnd Fimmeln,**

a) aus dem Frischen, ohne vorhergegangenes Verschrämen;

b) in vorhandene oder hergestellte Klüfte und Spalten bei zwei oder mehr vorhandenen freien Seiten;

α) für sich; β) mit Unterstützung von Legeisen; γ) mit Unterstützung durch Holz.

c) Eintreiben von hölzernen Keilen in vorhandene Hohlungen und, nach Erfordern, Anfeuchten derselben mit Wasser.

B. **Durch Auseinandertreiben** der Massen **durch absichtliche Eisbildung** in denselben;

C. durch **Gewinnung** der verschrämten Massen **durch Brechbäume ohne Keile;**

D. durch **Ablösung** der verschrämten Massen **durch ihr eigenes Gewicht.**

Diesen würde noch als eine letzte Weise beizufügen seyn: das Absprengen durch Feuer; da aber die Anwendung des Feuers eine eigene Abtheilung von Gewinnungsarbeiten, das Feuersetzen bildet, so wird von jener, wenn auch untergeordneteren Weise desselben bei diesem die Rede seyn.

§. 16. Gewinnung durch eiserne Keile aus dem Frischen.

Diese Arbeit bildet den unmittelbaren Uebergang aus der Schlägel- und Eisen-Arbeit, von welcher sie sich nur dadurch unterscheidet, dass der Fimmel mit dem zweihändigen statt mit dem Hand-Fäustel bearbeitet wird; oft zählt man sie aber auch noch dazu. Zu ihrer Anwendung ist sehr selten ganz passende Gelegenheit vorhanden, auch beruht sie mehr und gröstentheils auf Herkommen und Gewohnheit. Nicht selten kommt sie vor, als Schlägel- und Eisen-Arbeit bezeichnet, das Schiessen unterstützend oder von ihm unterstützt, in Siebenbürgen, im Banat und anderen Theilen Ungarns; doch werden dort die Fimmel (Bergeisen) mehr noch in Klüfte eingesetzt, daher die Arbeit dann unter den folgenden §. 17. gehört.

Ganz eigenthümlich aber findet sie Anwendung bei der Gewinnung des bleiglanzhaltigen Sandsteines im Bleiberge bei Commern am Niederrhein. (Vergl. Bouesnel und v. Oeynhausen und v. Dechen über diesen Bergbau, im Journal des mines. t. XXVII. (1810) No. 159. p. 165 und Karsten Arch. f. Bergbau u. s. f. Bd. IX. (1825) S. 113. u. s. f.)

Die Gewinnung welche allemal in der Mitte zwischen zwei etwa 5 Lr. weit auseinander liegenden und durch eine Strecke verbundenen Schächten beginnt, erfolgt durch je zwei Arbeiter, welche mit dem Gesicht einander zugewendet, anfangs ½ Lr. von einander entfernt stehen, in der Art, dass sie die Keile (Fimmel) — die oben beschriebenen Wölfe — a und b (S. Taf. VI. Fig. 20.) unter einem stumpfen Winkel gegen einander und etwas nach unten gerichtet, eintreiben, dadurch Stücke ablösen und so fortfahren bis deren Spuren einander un-

ter einem stumpfen Winkel begegnen, ein Neinbruch I gebildet ist; neben demselben wird auf gleiche Weise ein zweiter Neinbruch II auf dieselbe Weise herausgehauen, sodann der zwischen beiden stehen gebliebene Winkel III u. s. f., so dass die Arbeit in lauter stumpfen ein- und ausspringenden Winkeln gefördert wird, ohne welches Verfahren bei der bedeutenden Festigkeit des Gesteines nicht fortzukommen wäre.

Das Eintreiben erfolgt mit dem bei der Keilhauenarbeit §. 11. S. 140. beschriebenen, 9 bis 12 Pfund schweren Berghammer (Schrämhammer), dessen Spitze benutzt wird um Gesteinschalen loszumachen und für den Wolf eine Brüstung zu hauen.

Zuerst wird der Wolf mit schwachen Schlägen eingeheftet. Da er oft herausfällt so befestigt ihn wohl der Häuer durch einen Bindfaden an seinem Körper um das Aufheben desselben zu erleichtern.

Der Hammer wird hierbei wie ein Treibefäustel, mit vollem Schwunge, in der Weise geführt, dass die eine Hand das Helm am unterm Ende fasst, die andere beim Anheben nahe unter dem Eisen ruht, während des Niederfalles aber am Helme herab bis auf die andere Hand gleitet.

Dabei muss der eine Häuer rechts, der andere links arbeiten. Diese Arbeitsweise ist schwer und erfordert viel Uebung, welche sich auch die dortigen Arbeiter angeeignet haben.

§. 17. Hereintreiben durch Keile in Klüfte oder Schräme.

Dieses ist eine der gewöhnlichsten, sehr vielfach und in sehr verschiedener Weise angewendeten Gewinnungsarten.

Die Keile und Fimmel werden hier entweder 1) für sich, oder 2) mit Unterstützung von Legeisen, oder 3) mit Unterstützung von Holz angewendet.

1) Für sich, durch unmittelbares Eintreiben, finden sie vornehmlich Anwendung in Gruben- oder auch Tage-Bauen, auf minder feste, obschon auch festere Massen; so z. B. Stein- und Braun-Kohlen, Kupferschiefer,

Digitized by Google

Gallmei, Dach- und Tafel-Schiefer und andere — besonders Flötzmassen, daher auch Steinsalz, vornehmlich solche, welche in beliebig grosen, oder auch regelmäsigen gröseren Stücken wie eben das Steinsalz, dargestellt werden sollen. Hier ist es die gewöhnlichste und ausgebreitetste Weise zum Nachschlagen der verschrämten Massen, oder auch schon vorher zur Erweiterung — Erhöhung — des Schrames, um denselben erst noch tiefer führen zu können.

Ferner findet diese Anwendung besonders da statt, wo die Keile oder Fimmel in enge noch ungeöffnete Schichtungs- und andere Klüfte, ja wohl nur in der Richtung derselben einzusetzen sind, daher noch gar keine Oeffnung vorhanden ist.

Je stärker und ungelöster noch der Zusammenhang der Masse ist, desto nothwendiger wird es oft, zuvor für die Keile mit Schlägel und Eisen, oder mit Keilhaue eine kleine Vertiefung, Ritze, Brunne, häufig Bühnloch genannt, zu hauen, in welche man den Keil mit einigen schwachen Schlägen einheftet und dann erst weiter eintreibt. Auch letzteres muss anfangs mit gelinden, langsamen Schlägen geschehen, weil sonst nicht tief aufgespalten wird, sondern nur ein um so kleineres Stück abbricht, je fester die Masse zusammenhängt.

Das Bühnloch muss sorgfältig und richtig gehauen werden, wenn der Keil nicht wieder herausfallen soll. Gilt es nur einen Schram zu erweitern, so wird nur soviel Höhe als nöthig nachgeholt, zuweilen freilich, auf mächtigen Flötzen, wo sehr tief geschrämt werden soll, soviel dass sich der Arbeiter hineinlegen — oder stellen — kann; (vergl. Keilhauenarbeit §. 20. S. 160.) gilt es aber wirkliche Gewinnung, so fasst man so viel als möglich.

Beim Einsetzen der Keile hat man daher 1) die Mächtigkeit der Lagerstätte oder der zu fassenden Gesteinmassen; 2) die Art und Richtung der schon hergestellten freien Flächen; 3) die Art und Richtung der das Gestein durchsetzenden Klüfte, zu berücksichtigen, welche die Gewinnung erleichtern oder auch erschweren können, vornehmlich

wenn deren zu viele aufsetzen, welche die Masse in zu kleine Bruchstücke absondern.

Das beste Mittel welches hier wie in ähnlichen Fällen bei anderen Gewinnungsarbeiten anzuwenden ist, um zu beurtheilen, wie weit durch jene Klüfte die Masse getrennt ist, ist das Beklopfen mit dem Fäustel; aus dem helleren oder dumpferen Klange, den das weniger oder mehr gelöste Gestein dabei von sich giebt, ersieht man wie weit es, nach dem technischen Ausdrucke „sich fühlt“.

Die Wirkung der Keile muss natürlich allemal gegen den voraus angelegten Schram hin erfolgen, wenn dieser nicht etwa durch eine zweite ganz freie Fläche, wie bei der bank- und strossenweisen Gewinnung ersetzt wird.

Je tiefer der Schram, je gröser die zweite freie Fläche ist, desto mehr kann natürlich mit einem Male gefasst werden, besonders wenn die Arbeit durch offene Klüfte unterstützt wird, welche dem freien Stose parallel aufsetzen, bis zu denen oder in deren Nähe daher der Schram geführt worden ist.

Ist das Flötz nicht sehr mächtig, so können und müssen sogar die Keile gleich am Dache und in der Art angesetzt werden, dass an letzterem nichts zurückbleibt, nämlich gern nach oben sehend; (S. Taf. VI. Fig. 21.) man müsste denn auch hier gleich bei der Gewinnung mehrere darin enthaltene Schichten von verschiedener Beschaffenheit von einander abgesondert erhalten wollen; so z. B. beim Nachschlagen der Schiefer beim mansfeldischen Kupferschieferbergbaue.

Bei diesem z. B. werden, nachdem man den Schram so tief hinter gebracht hat als möglich, die Schiefer nachgeschlagen um sodann wieder zu lochen, nochmals nachgeschlagen und dann erst zur Erlangung der nöthigen Oertung Berge hereingeschlagen oder auch geschossen, wenn keine Schlechten und Klüfte vorhanden sind; ja wenn die Oberberge fest hängen, werden wohl erst die Noberge für sich und erst nach nochmaligem Lochen die Oberberge hereingeschlagen. Man bedient sich dazu der

Digitized by Google

Keile und Fimmel, mehr der letzteren. Sind dieselben auf ihre ganze Länge eingetrieben, ohne dass das gefasste Stück abspringt, so wird ein zweiter Keil, entweder daneben, etwas entfernter, oder unmittelbar auf den ersten gesetzt. Uebrigens treibt man hier entweder nur einen Keil auf einmal ein, oder, obschon seltener, mehrere, indem wenn besonders in Grubenbauen, nicht gerade günstige Ablosungsklüfte die Gewinnung gröserer Stücke mit einem Male gestatten, — in welchem Falle wieder ein Keil meist zu genügen pflegt — weniger darauf hingearbeitet wird. Doch kommen bei Kohlenbergbau wohl Fälle vor, dass sehr lange — 70 bis 80 Lr. — Strebstöse nach vorausgegangenem Verschrämen auf der Sohle, durch auf ihre ganze Länge vertheilte Keile mit einem Male angegriffen und hereingetrieben werden.

Auch wenn die in Angriff genommene Lagerstätte mächtiger ist, sowie z. B. oft bei Stein- und Braun-Kohlen, Steinsalz, so treibt man doch selten die ganze Mächtigkeit mit einem Male herein, selbst wenn der Schram auf der Sohle geführt wird, weil ersteres nicht nur gefährlicher wäre, sondern auch dabei so grose Massen abgelöst würden, dass man dieselben doch erst nachmals wieder zerkleinern müsste; eben so wenig auf die ganze Tiefe des Schrames, wenn diese ansehnlich ist. Man gewinnt vielmehr, — S. Taf. VI. Fig. 22. — die ganze unterschrämte Höhe nach und nach in verschiedenen Schichten herein; die unterste a, zunächst über dem Schrame greift man zuerst an, hierauf die nächste obere b, während die Gewinnung der unteren in c, weiter vorwärts rückt, endlich die oberste u. s. f.

Doch kommen auch Fälle des ersteren Verfahrens vor, dass die ganze oder fast ganze Höhe mit einem Male gewonnen, z. B. in Rive de Gier (dép. de la Loire) in Frankreich, wo bei 2 bis 3 mètres und mehr Streckenhöhe nach erfolgtem Schrämen auf der Sohle und Spitzen in beiden Stösen, durch Eintreiben von 3 Keilen am Dache oder bei zwei Drittel der Höhe, die ganze Breite auf einmal, — in Massen bis zu 4000 Kilogr.

Digitized by Google

hereingeholt wird. (Vergl. Journal des mines. t. III. (1796.) Nr. 14. p. 46. und Annales des mines 1. ser. t. 1. (1816) p. 124).

Ein Schrämen auf der Sohle mit Nachtreiben in nur zwei Abtheilungen findet dagegen u. A. Anwendung selbst bei den 12 Fuss hohen Strecken in dem Revier von Commentry, dép. Allier in Frankreich. (S. v. Dechen in Karsten und v. Dechen, Arch. f. Min. XVII. (1843) S. 436.)

Gewöhnlicher aber ist es, wie schon bei der Keilhauenarbeit §. 20. S. 152. angeführt wurde, den Schram über der Sohle, bis in halber, ja wohl noch mehr Höhe anzulegen, S. Taf. VI. Fig. 23., so dass derselbe a, die ganze Mächtigkeit in die Oberbank b, und die Unterbank c, theilt, von denen nach erfolgtem ein- oder zweiseitigen Schlitzen zuerst die Oberbank mit abwechselnd fortgesetztem Schrame hereingekeilt wird, so weit, bis man 1¼, 1½ ja 2 Lr. vorausgekommen ist, darauf diese durch Schlitzen und Auftreiben in grosen Massen nachgewinnt. Ja es wird wohl selbst die Unterbank in zwei Stufen (Schrambank und Niederbank) gehalten — S. Taf. VI. Fig. 24. — davon die untere der oberen folgt; eine auf Kohlenflötzen und selbst auf nicht zu mächtigen, bis 6 und 5 Fus herab, häufig angewendete Weise; so in Ober- und Nieder-Schlesien. Hier kommt es oft vor, wenn offene Klüfte in passender Richtung durchsetzen, dass die Keile rechtwinklich gegen die Ebene des Flötzes eingetrieben werden, während die in der Oberbank, und in der Schrambank der gewöhnlichen, der Fall-Richtung des Flötzes, folgen.

Uebrigens setzt man auch hier die Keile auf Ablösungs- und Schichtungs-Klüften, Lettenschmitzen oder selbst nur in der Richtung der Schichtung ein, wenn diese nicht offen aber doch leicht zu öffnen ist.

Vermag man mit den Keilen die Trennung nicht vollständig zu bewirken, so ist es rathsam mit der Brechstange nachzuhelfen, welche man in die geöffneten Spalten einsetzt; vorzugsweise bedarf man derselben beim Auftreiben, wo auch vollständig abgelöste Stücke mit

Digitized by Google

derselben immer noch wenigstens von der Stelle weggehoben werden müssen. Dass man alles Schlitzen, soweit es geschehen kann, zu umgehen und die Gewinnung ohne solches zu bewerkstelligen hat, desshalb auch alle durchsetzende Klüfte bestens benutzt, ist schon bei der Keilhauenarbeit erwähnt worden.

Zuweilen wird auch nur die Unterbank, nachdem die Oberbank mit starken Schüssen hereingenommen worden ist, an beiden Seiten geschlitzt und hereingetrieben; so ebenfalls auf mehreren mächtigen Flötzen des Steinkohlenrevier des Loiredépartement, in Saarbrücken u. s. f.

Wird in Oberschlesien, auf minder mächtigen Flötzen, auf der Sohle geschrämt, so schlitzt man dann erst die Niederbank und treibt diese herein, 2 bis 3 Lr. voraus, steift einstweilen die Oberbank durch verlorne Bolzen ab, schlägt diese sodann weg und treibt das Kohl mit Keilen herein, wenn es nicht etwa von selbst herein geht.

Durch alles Vorausgehen mit der Oberbank erhält man eine leichtere und sichere Gewinnung vermittelst der gebildeten Stufen, kann auch mehr Leute anlegen, muss jedoch die Bänke lang genug halten, damit die Leute einander nicht hindern, auch nicht das hereinbrechende Oberkohl die Unterbank verstürzt.

Ist, wie besonders zuweilen auf Steinkohlengruben, über dem Flötze, am Dache geschrämt, und unter dem Schrame geschlitzt worden, so erfolgt natürlich die ganze Nachgewinnung nach oben.

Wird das Gestein bei durchgängig stufen-, strossen- oder bankweise geführten Bauen, vornehmlich Schiefer- und ähnlichen Brüchen, im günstigsten Falle von verschiedenen einander kreuzenden Systemen offener Klüfte durchsetzt, an welchem sich die Platten abheben, so können diese Kluftflächen selbst den freien Stos für den Angriff abgeben, daher es nur darauf ankommt eine derselben frei zu machen, in welcher man sodann die Keile, parallel den Schichtungsklüften und somit der oberen freien Fläche, eintreibt. Sie spalten dabei bis zur nächsten offenen Kluft auf, an der die Platte abhebt und der neue Angriff begonnen wird.

Digitized by Google

Hier, wie bei allem ähnlichen Hereintreiben kommt es natürlich darauf an, die mit einem Male zu gewinnende Masse — besonders plattenförmige, — vorher durch Beräumen auch völlig frei zu machen. Sind aber dergleichen Klüfte keine, oder keine offenen vorhanden, so wird, nach erfolgter Herstellung und Beräumung der beiden freien Flächen a und b (S. Taf. VI. Fig. 25.) entweder die Bank nur an beiden Enden in c c geschlitzt, und dadurch die Länge des aufzutreibenden Stückes vorgezeichnet, oder es wird auf der oberen freien Fläche, auch noch ein Schram, Schlitz oder Gerinne d, jedoch höchstens bis auf die halbe Mächtigkeit, eingehauen. (Vergl. Keilhauenarbeit §. 23. S. 168.) Je grösser die Festigkeit und der Zusammenhang des Gesteines ist, und je regelmäsiger das zu gewinnende Stück seyn soll, desto bestimmter muss der Bereich der Trennung auf die bezeichnete Weise abgegrenzt werden. In Steinbrüchen und bei Steinsalzgewinnung bedient man sich ihrer sehr häufig.

Ein Schrämen der Höhe nach, auf einer langen Seite, Schlitzen von zwei anderen kurzen, oben und unten, und Eintreiben von Keilen dem Schrame gegenüber und parallel demselben, kommt selbst bei stehenden Wänden, so bei Steinsalzbergbau vor, öfter aber und wo möglich, Herstellung einer zweiten freien Fläche rechtwinklich gegen die vordere, statt jenes Schrames, Verschrämen derselben parallel, Schlitzen oben und unten und Eintreiben von Keilen, von der zweiten freien Seite, der vorderen parallel. (S. Taf. VI. Fig. 26. A. vordere Ansicht, B. Grundriss) so z. B. in Wieliczka. (Vergl. weiter unten §. 24. Nr. 5. der Beispiele.)

Ein anderes Verfahren ist endlich noch das, die Keile in eingebohrte Löcher einzusetzen; diess kommt jedoch ohne Ausfütterung der letzteren selten in Anwendung, wird daher erst weiter unten, bei letzterer Weise, behandelt werden. Am ersten bedient man sich dessen zu einem blosen Spalten schon freier Blöcke. (Vergl. Dubrunfaut, Bulletin des sciences technologiques. t. XI. (1829) p. 80.)

Digitized by Google

In allen diesen Fällen werden desto mehr Keile auf eine gewisse Länge gleichzeitig eingesetzt, also desto näher aneinander, je fester das Gestein ist, daher wohl 20 bis 30 Stück in 6, ja nur 5 Zoll Entfernung von einander, bei festem Marmor, Granit und dergleichen, während bei minderer Festigkeit der Masse und geringerer Anzahl der Keile, letztere wohl 2⅓ bis 3 Fus auseinander stehen. Das Anziehen muss im ersterem Falle mit um so gleichförmigeren Schlägen, um so langsamer und allmäliger erfolgen, wozu für eine grösere Anzahl von Keilen mehrere Arbeiter angestellt werden, oft auch an jedem Keil ein Arbeiter.

Ist das Gestein geneigt, z. B. bei offener Schichtung, weit aufzuspalten, und die Keile sind in Folge dessen auf ihre ganze Tiefe eingedrungen, ohne dass die Trennung erfolgt ist, so werden entweder stärkere gleich hinterher, besser daneben, oder die ersteren wieder herausgeschlagen und dafür die stärkeren eingetrieben. Befürchtet man ja, dass sich mittlerweile die Spalte wieder schlösse, so legt man einstweilen Holzstücke hinein.

Zuweilen dient überhaupt der erste Keil nur um die Oeffnung herzustellen und zu erweitern, man schlägt ihn wieder heraus und einen neuen hinein, dem man dann andere nach und nach hinterher treibt, bei tief spaltendem Dachschiefer wohl 4 bis 6.

Je grösere Blöcke, Platten und Bänke auf solche Weise mit einem Male abgetrennt werden, desto längere Brechstangen, Brech- und Wucht-Bäume sind hierauf zum völligen Wegheben nöthig; an ihnen arbeiten dann auch eine grösere Anzahl Leute, zuweilen bis 15 ja 20, und zwar so weit sie nicht an dem Baume unmittelbaren Platz haben, an einem oben daran befestigten Seile ziehend.

2) Eintreiben von Keilen zwischen Legeisen und Federn.

Der Zweck der Legeisen ist der oben angegebene: a) Schutz der Seiten des Ritzes und Vertheilung des Druckes auf grösere Flächen; b) Herstellung platter Wandflächen zum Gleiten der Keile; c) Ausfütterung des Schrames, so dass nicht nur die Keile überall dicht

Digitized by Google

anliegen, sondern man einen und denselben bei sehr verschiedener Schram- oder Ritz-Weite anwenden kann.

Diese Weise kommt vorzugsweise in Anwendung bei festen und sehr festen Massen, ohne offene Schichtungs- oder selbst ohne alle Klüfte, sie war daher diejenige, deren man sich früher zum Hereintreiben der verschrämter Gänge bediente und welche §. 24. Nr. 1. der Beispiele näher beschrieben werden wird; heut zu Tage kommt sie vielfach in Anwendung in Steinbrüchen aller Art, seltener in Grubenbauen, überall insbesondere wieder dann, wo es die Gewinnung sehr groser Massen mit einem Male gilt; Marmor, Granit, Basalt, aber auch Dachschiefer und dergleichen.

Für das Einsetzen der Keile oder Fimmel werden ebenfalls entweder Vertiefungen — Bühnlöcher, Ritze, Grinzen genannt, — eingehauen oder Löcher eingebohrt. Von diesen Ritzen nannte man in alter Zeit das ganze Verfahren: Ritzwerk brauchen. (Vergl. Mathesius, Sarepta, Ausgabe 1679. Predigt XII. S. 545.)

Erstere (S. Taf. VI. Fig. 27.) haut man mit Schlägel und Eisen, seltener mit der Keilhaue, nur einige Zoll, oder überhaupt so tief, dass mit dem Keile in den Seiten genug Gestein gefasst und nicht etwa der obere Rand ausgebrochen wird; die Löcher (S. Taf. VI. Fig. 28.) bohrt man mit gewöhnlichen Gesteinbohrern (S. Bohren und Schiesen) ebenfalls nur einige Zoll tief, oder selbst, wenn es nöthig scheint, bis auf die ganze Tiefe des abzutrennenden Stückes, übrigens 1¼ bis 1½ Zoll weit, selten mehr, weil es die Arbeit unnöthig vertheuern würde, besser sind viele kleinere Keile näher als wenigere grösere entfernter, von einander zu setzen.

Diese Bohrlöcher gewähren den Vortheil, dass man sie schneller, leichter und bis auf eine grösere Tiefe herstellen kann. Ritze und Bohrlöcher setzt man um so näher an einander bohrt auch letztere um so verhältnissmäsig tiefer, je fester das Gestein ist, und je weniger man sich einem Abtrennen oder Abbrechen in einer anderen als der bestimmten Richtung aussetzen will, in welcher der Zusammenhang etwa kleiner ist; der Abstand ist daher 18 bis 6 Zoll, selten geringer.

Digitized by Google

Die Alten scheinen übrigens bei ihren Steinbruchsarbeiten zuweilen sogar die sämmtlichen Ritze durch einen wenige Zoll tiefen Schram verbunden zu haben, welcher die fortlaufende Linie bezeichnete, in welcher die Trennung stattfinden sollte; (Vergl. J. Rondelet Kunst zu bauen, übersetzt von C. G. Distelbarth. Leipzig und Darmstadt 1833. Bd. I. S. 42.) auch in neuerer Zeit geschieht es, so wie umgekehrt auch die Keile in einem fortlaufenden Schrame, dicht aneinander gesetzt und ausserdem von Zeit zu Zeit tiefere Bohrlöcher geschlagen werden, um deren Wirkung zu unterstützen. Ob dieser flache Schram übrigens die Trennung sehr unterstützte und ob in Folge seiner es möglich war, die Ritze weiter auseinander zu setzen, (bis 3½ Fus.) ist noch fraglich. — Noch seltener werden die ganzen Ritze durch einen fortlaufenden tieferen Schram ersetzt, der zur Aufnahme der Keile dient. (S. Beispiele §. 24. Nr. 12. u. 13.)

Auch hier richtet sich die Stellung der Ritze und Bohrlöcher nach der Anzahl und Länge der freien Seiten. Bei der ehemaligen Gänge-Gewinnung, wo nur eine einzige freie Seite vorhanden war, und eine zweite durch einen Schram in der Ebene des Ganges hergestellt wurde, legte man die Ritze in erstere, dem Schrame parallel, an. Bei Steinbruchs- und anderen Arbeiten hingegen, welche Bankweise fortschreiten, ist es gewöhnlicher in die eine, vordere, mehr saigere freie Fläche den Schram zu legen, in die andere obere mehr söhlige, also rechtwinklich gegen erstere und die Lagerung, die Keile einzusetzen, seltener umgekehrt; schon deshalb, weil dann das Eintreiben der Keile schwieriger als von oben ist.

Offene Klüfte lassen das Schrämen ersparen.

In die Ritze legt man sodann mindestens zwei Legeisen und zwischen diese einen Keil; jedoch auch — bei weiteren Ritzen — nicht nur mehrere Legeisen, sondern selbst mehrere Keile; letzere dürfen nie auf der Sohle des Ritzes aufstehen, weil sonst ein weiteres Eintreiben nicht unmöglich wäre. Sind die Keile fest geheftet, so beginnt man sie mit allmälig verstärkten Schlägen

Digitized by Google

anzuziehen und, wenn sie ganz eindringen sollten, ebenfalls neue aufzusetzen.

In gebohrte runde Löcher setzt man zwar gewöhnlich Holz ein, wovon ad 3. mehr; bedient man sich aber hierzu ebenfalls der Legeisen und Federn, so müssen diese natürlich halbcylindrisch seyn. Ja sie sind wohl selbst hohle Halb-Cylinder, in welche runde Spitzkeile (S. oben §. 9. S. 279.) eingesetzt werden.

Diese letztere Gewinnung, durch Einbohren runder Löcher, Einsetzen von zwei hohlen Halbcylindern von Stahl oder Eisen — ebenfalls Federn genannt — von der Länge der Bohrlochstiefe und Eintreiben eines Spitzkeiles dazwischen, war nach Hawkins (Transactions of the royal geological society of Cornwall, Vol. IV. (1832) p. 85.) vor der Einführung des Pulvers bei dem englischen Zinnbergbau die gewöhnliche.

Ein eigenthümliches Verfahren ist endlich noch das von Smeaton bei Gelegenheit der Erbauung des Leuchtthurmes zu Edystone in Schottland angewendete; nämlich das: in die gebohrten Löcher abgestumpft kegelförmige Keile, mit den dicken Enden nach unten, einzusetzen und dazwischen andere Keile von oben einzutreiben. (Vergl. C. F. Wolfram, Lehrbuch der gesammten Baukunst Bd. I. Abth. I. (Stuttgart und Wien (1833) S. 172.)

3) Das Eintreiben von Keilen zwischen Holz, kommt am meisten, ja fast allein, bei runden gebohrten Löchern vor. Man schneidet hölzerne Pflöcke, dörrt dieselben im Ofen stark, treibt sie mit aller Kraft in die Löcher, und in sie sodann die Keile oder Fimmel ein. Das Holz ersetzt die Legeisen und gewährt vornehmlich den Vortheil, dass es durchgängig viel schärfer anliegt, und um so unverkürzter den Druck des Keiles überträgt. Je weniger sich dasselbe zusammendrücken lässt, desto besser ist es, sonach eigentlich hartes besser als weiches, doch wird wohl auch Tannen- und Fichten-Holz angewendet.

Diese Art der Ausfütterung mit Holz findet sehr ausgebreitete Anwendung, u. A. bei der Granitgewinnung.

Digitized by Google

Endlich darf nicht unerwähnt bleiben, dass es bei dem Eintreiben von Keilen überhaupt bei den meisten Gesteinen zweckmäsig zu seyn scheint: während des Eintreibens, nach mehreren Schlägen, dem Gesteine etwas Ruhe zu lassen, damit der Spalt in der vorgeschriebenen gehörigen Richtung beginnen und sich fortsetzen kann, dieses auch durch Beklopfen des Steines auf beiden Seiten des Spaltes während der Pausen zu unterstützen.

§. 18. Das Hereintreiben durch hölzerne Keile.

Holzkeile können zwar schon durch Eintreiben wirksam gemacht werden, wie eiserne, jedoch muss dazu, wie schon oben erwähnt wurde, das Gestein mild und leicht spaltbar seyn.

Hier und da wendet man wohl auch hölzerne und eiserne Keile vereint an, die man je zwei zusammen in den Ritz oder Schram einlegt und abwechselnd einen und den andern eintreibt, so z. B. in den Sandsteinbrüchen. Man beginnt mit dem, derjenigen Seite zunächst liegenden, an welcher der Stein am meisten angewachsen ist. (Vergl. A. W. Köhler, bergmännisches Journal Jahrg. V. (1792) Bd. 2. S. 303.) Mehr bedient man sich aber der hölzernen Keile mit Unterstützung des Wassers.

Hierzu sind allemal Schräme, Ritze und Bohrlöcher anzulegen, am besten letztere, mit entsprechend geformten Keilen, welche jene wieder am vollständigsten ausfüllen, in ihnen am dichtesten zusammengehalten werden.

Solche Keile können zwar schon in der Art angewendet werden, dass man sie nach den Vorschlägen, vielleicht auch Versuchen, Huot's (Vergl. Bulletin des sciences technologiques t. XI. (1829) p. 81.) einige Minuten in Wasser eintaucht und dann stark eintreibt, doch möchte ein solches Verfahren bei nur einiger merklicher Festigkeit nicht hinreichen. Sicherer ist es vielmehr, sie als gut gedörrte Pflöcke einzutreiben und dann erst anzufeuchten und zwar fortgesetzt und gleichförmig. Will man hierzu warmes Wasser anwenden, (um das Anziehen des Holzes zu befördern,) so wird es nicht

Digitized by Google

schaden, obschon auch nicht viel nützen, da das Zersprengen nicht so schnell vor sich geht, dass nicht mittlerweile und ehe das Holz das Wasser völlig angesogen sich letzteres völlig abgekühlt hat.

Hierzu treibt man sie 1) in möglichst senkrechter Stellung, also von der oberen, mehr söhligen Fläche der Bank auf ihre ganze Länge ein, und haut 2) entweder um den Kopf herum eine napfförmige Vertiefung oder eine flache Rinne, welche alle Keile mit einander verbindet. Diese Näpfe oder Rinnen erhält man mit Wasser gefüllt, wodurch sich vermöge der Haarröhrchen-Anziehung das Holz so voll Wasser saugt, dass es mit einem äusserst starken und so gleichförmigen Drucke das Gestein auseinandertreibt, wie dieser durch kein noch so regelmäsiges Eintreiben mit dem Fäustel zu erlangen ist.

Ohne die horizontale Lage der Oberfläche wäre dieses Feuchterhalten natürlich nicht ausführbar, daher die schon oben (S. 276) erwähnte Meinung: dass dieses Verfahren früher selbst bei Gangbergbau Anwendung gefunden habe, wo doch die Angriffsfläche für die Keile nicht leicht eine söhlige seyn konnte, wenig Wahrscheinlichkeit für sich hat.

Endlich soll man nach Brard (élémens pratiques etc. cap. II. §. 2. p. 96.) dergleichen Pflöcke auch bei Steinsalzbergbau durch die eigene Feuchtigkeit des Gesteines aufquellen lassen; indess ist auch dieses Verfahren wohl um so seltener anwendbar, als gerade derbes Steinsalz in der Regel sehr trocken zu seyn pflegt. Ein ganz ähnliches Verfahren soll in Frankreich zur Gewinnung von Mühlsteinen angewendet werden. Man haut aus der ganzen Masse hohe runde Steinsäulen von dem nöthigen Durchmesser heraus, meiselt dann in bestimmten Abständen ringsherum Löcher ein und treibt in diese trockene harte Holzkeile. Diese saugen den in der Nacht fallenden Thau an und sprengen den Stein auseinander. (Vergl. Dingler polyt. Journal Bd. LXXXVII. S. 317.)

§. 19. Des Wassers allein bedient man sich ferner in der Weise, dass das mit dem Gefrieren desselben verbundene Bestreben sein Volumen zu vergrösern,

Digitized by Google

auf die Umfangswände einen starken Druck ausübt, wenn es an Raum zu dieser Ausdehnung fehlt.

Man wendet dieses Verfahren u. A. an, bei der Granitgewinnung z. B. in Finnland.

In der oben beschriebenen Weise wird in der beabsichtigten Spalt-Richtung eine Reihe von Löchern nahe an einander eingebohrt und bei hinreichend niedriger Temperatur mit Wasser angefüllt, welches zu Eis gefriert und das Stück in jener Linie absprengt. Je fester das Gestein ist, desto mehr wird es nothwendig seyn die Bohrlöcher nach erfolgter Anfüllung fest zu verspünden, während bei minder festem der in der Mündung eines jeden Loches durch die hier zuerst beginnende Eisbildung anstehende Pfropf durch seine Adhäsion an den Wänden wohl hinreicht, der ferneren Ausdehnung des übrigen Wassers nach oben zu widerstehen *).

§. 20. Gewinung blos durch die Brechstange und den Brechbaum.

Bei den gewöhnlichen bisher beschriebenen Herein-

*) Versuche, welche im Jahre 1829 zu Warschau in der Art angestellt wurden (Vergl. Dubrunfaut, bulletin des sciences technologiques t. XIII. (1829) p. 314) dass man gusseiserne Granaten mit Wasser anfüllte und dieses gefrieren liess, ergaben: dass 1) wenn die Mündung der Granate ganz offen blieb, das sich bei 20° R. bildende Eis einen Pfropf zu der Mündung heraustrieb, welcher einen Zuwachs von $1/20$ des anfänglichen Volumens des Wassers gab; 2) dass diese Volumenzunahme bei derselben Temperatur nur $1/35$ — $1/38$ betrug, wenn die Mündung mit einem hölzernen Pfropfen verschlossen war, den das sich bildende Eis heraustrieb; 3) die Granate bei 23° R. gesprengt wurde, wenn sie durch einen eingeschraubten metallenen Pfropf dicht verschlossen wurde. Da nun die Granate bei 6 Zoll 8 Lin. engl. äusserem Durchmesser, 1 Zoll 2 Lin. Wandstärke hatte, so wurde, abgesehen von der geringen Ausdehnung des Gusseisens, nach der gewöhnlichen einfachen Formel $t = \frac{rp}{k}$ berechnet, (wo t die Wandstärke, r der innere Halbmesser, p der Druck auf die Quadrateinheit der Fläche und k den Coëfficient der absoluten Festigkeit bedeutet, und k zu 16000 Pfund avoir du poids auf den engl. Quadratzoll gesetzt,) von dem Eise ein Druck ausgeübt von 8723 Pfund av. d. p. auf den engl. Quadratzoll oder 615 Kilogr. auf ein Quadr. centimètre, wozu noch zu bemerken, dass nach dem Zersprengen, innen nur eine 5 engl. Linien starke Eisrinde, das Uebrige noch als Wasser gefunden wurde.

Digitized by Google

treibearbeiten dienen erwähntermasen Brechstange und Brechbaum nur zur Nachhülfe, doch kommen auch einzelne, obschon seltene Fälle vor, dass sie für sich allein hinreichen, die ganze Gewinnung nach vorhergegangenem Schrämen und Schlitzen auf zwei bis drei Seiten, zu bewirken, ja sogar ohne Schrämen; allemal vorausgesetzt, dass die nicht zu feste Masse geeignet und geneigt ist, in grosen zusammenhängenden Platten zu brechen. Letzterer Fall, dass man sogar des Schrämens und Schlitzens entbehren kann, kommt vor bei der Gewinnung des Raseneisensteins z. B. in der Niederlausitz. Hier braucht man nur nach erfolgtem Beräumen und Aufdecken des Lagers einen saigeren Stos herzustellen und in diesen Löcher mit der Spitzhaue einzuhauen, in welche man sogleich Brechstangen oder grose Wuchtbäume einsetzt und die Platten unmittelbar abbricht; bei minderer Mächtigkeit erfolgt die ganze Gewinnung mit der Keilhaue.

Bei sehr geringer Festigkeit wird ein Schrämen wieder nothwendiger, weil sonst die Masse durch den auszuübenden grosen Druck nur in sich selbst zerquetscht werden würde, so z. B. bei Braunkohlen und Tagebauen.

Ein solcher Fall tritt z. B. bei dem 2 bis 7½ Lr. mächtigen Braunkohlenlager bei Langenbogen zwischen Eisleben und Halle im preuss. Herzogthume Sachsen ein, wo man Bänke mit söhliger Oberfläche und saigerer Brust hält, letztere auf der Sohle ½ bis ¾ Lr. tief verschrämt (S. Taf. VI. Fig. 29.) a, sodann in die obere Fläche einige Fus tiefe Löcher b einhaut und in diese 4—6 Ellen lange hölzerne Wuchtbäume einsetzt, mit denen man die Kohle in sehr grosen Massen auf ein Mal abbricht.

Eine andere Gewinnung mittelst der Brechstange, wenigstens ohne Mitwirkung anderer Gezähe, ist die, bei welcher dieselbe mehr als Stosstange oder Stecheisen angewendet wird; eine sehr einfache Weise, welche noch am ersten bei Seifenbau vorkommt, wo man durch Los-Stosen und Brechen des Gesteines mit diesem Gezähe die Wirkung des gleichzeitig darüber hinstürzenden Wassers unterstützt; so bei der Gold- und Platin-Gewinnung durch Seifenbau in Amerika, theilweis selbst in den

Digitized by Google

Zinnseifenwerken in England. (Vergl. Boussaingault in den Annales des mines. 2. ser. t. I. (1827) p. 175. und W. C. v. Eschwege, Pluto Brasiliensis p. 246.)

§. 21. Die Anwendung der Säge, zur Gewinnung aus dem Frischen, setzt voraus: 1) ein sehr wenig festes Gestein; 2) vorausgegangenes Verschrämen und einen zweiten freien Stos, von welchem aus mittelst der Säge der Block hinten von der ganzen anstehenden Masse abgeschnitten werden kann. Das Verfahren dabei wird unter §. 24. Nr. 16. durch das zu beschreibende Beispiel verdeutlicht werden.

§. 22. Das einfachste Hereintreiben ist endlich das, welches durch das eigene Gewicht der verschrämten Masse erfolgt, wenn dieses gröser ist als der Zusammenhang in sich. Zu ihm ist schon hier und da auf Steinkohlenflötzen Gelegenheit vorhanden, welche von offnen Klüften durchsetzt werden, selbst wenn erstere nicht gerade sehr mächtig sind, so z. B. in Saarbrücken, wo man zum Theil nur einen tiefen Schram auf der Sohle zu führen und in beiden Stösen zu schlitzen braucht, worauf bis zum anderen Tage die Kohlen von selbst hereinfallen; nicht selten auch auf mächtigen Flötzen in Oberschlesien u. a. a. O.

Theilweis wenigstens erfolgt die Gewinnung auf diese Weise in den Quadersandsteinbrüchen bei und in der Nähe von Pirna in Sachsen, wo die bis zu 20 und 30 Ellen hohen Wände von senkrechten Ablosungsklüften durchsetzt werden, welche eben so hohe Wände zu unterschrämen und mit einem Male zu gewinnen gestatten. Sollten diese Klüfte nicht offen genug seyn um die Trennung durch das Gewicht der Masse allein erfolgen zu lassen, so wird dieselbe durch Eintreiben von Keilen in jene von oben unterstützt, wobei man jedoch sehr vorsichtig zu Werke gehen und die allmälige Oeffnung der Klüfte sorgfältig beobachten muss, damit bei dem endlich erfolgenden Sturze kein Unglück geschieht.

Ueberhaupt wird schon die Vorbereitung, das Schlitzen, um so gefährlicher, je mehr die Abtrennung durch grose Mächtigkeit, groses Gewicht und offene Klüfte un-

Digitized by Google

terstützt und ermöglicht ist, daher man sich im Schrame durch Stehenlassen von Beinen und Setzen von Bolzen sichern muss. Letztere braucht man nachmals oft nur wegzuschlagen oder wegzuziehen um den Einsturz einzuleiten. Ist aber die Last zu gros und hat sich schon völlig und soweit auf die Bolzen aufgelagert, dass dem Wegnehmen der letzteren der unmittelbare Sturz folgen muss, so sind die Unterstützungen entweder aus sicherer Ferne mit Stangen und Haken wegzureissen oder, wenn sie zu fest sitzen, durch- oder wenigstens anzuschneiden, oder mit Pulver wegzusprengen, indem man mit Holzbohrern Löcher einbohrt und auf die gewöhnliche Weise ladet; oder endlich durch Feueranlegen wegzubrennen. Dennoch hängen die Felsen manchmal wohl noch mehrere Jahre gefahrdrohend herein ehe sie fallen.

§. 23. Endlich sind auch noch einige Vorschläge und Versuche zu erwähnen, welche gemacht worden sind, um das Hereintreiben und überhaupt die Gewinnung groser Massen durch mechanische Hülfsmittel nach Befinden Maschinen zu bewirken.

1) Anwendung von Schrauben statt der Keile und Fimmel.

Einen Vorschlag dazu auf angestellte Versuche begründet macht R. Mallet im Jahre 1833 im Mechanics magazine No. 599. S. 360. (Vergl. Dingler polytechnisches Journal. Bd. XLVIII. (1833) S. 279.)

In ein in das zu sprengende Gestein eingebohrtes Loch werden zwei Ausschnitte — a — (S. Taf. VI. Fig. 30.) einer hohen, aussen cylindrischen, innen mit kegelförmigen Gewinden versehenen Schraubenmutter eingesetzt. Jedes dieser Stücke ist ein parallel der Axe mit radialen Schnittflächen ausgeschnittener Theil der ganzen Mutter. Beide werden in das eingebohrte Loch nach einander gegenüberstehenden und zwar denjenigen Seiten eingesetzt, nach denen das Gestein auseinander gedrängt werden soll.

In diese Mutter passt eine kegelförmige Vollschraube b, mit grosem Kopfe, durch den ein eiserner Knebel c gesteckt wird. Nachdem die beiden Futter richtig eingesetzt sind, so wird die Schraube dazwischen eingedreht,

Digitized by Google

wodurch sie jene auseinander presst und in der Richtung d e das Gestein abspaltet.

Die Schraube stellt also einen Keil zwischen Federn dar, zwischen welche er sich nach Masgabe der Aufsteigung der Windungen, also ganz allmälig, eindrängt.

Mit einer eisernen, in den starken und abgerundeten Gewinden verstählten Schraube von 9 Zoll Länge, unten 2 Zoll und oben 2⅛ Zoll Stärke, welche in gusseiserne Mutter-Gewinde passte, wurde mittelst eines 3 Fus langen Hebels von zwei Arbeitern, durch 17 Umdrehungen, in 25 — 30 Secunden ein etwa 20 Centner schwerer Block thoniger Kalkstein auseinander gesprengt.

Die Schraube hielt man dabei durch Oel und Graphit glatt.

Es ist nicht zu verkennen, dass man durch mehrere dergleichen gleichzeitig an mehreren Punkten angesetzte Schrauben einen äuserst gleichmäsigen Angriff auf eine grose Masse ausüben kann, bei welcher jedoch die Fähigkeit vorausgesetzt werden muss, weit fortzuspalten und sich dadurch in grosen Stücken abzutrennen.

2) Die Anwendung der Ramme, bei der Steinkohlengewinnung von W. Wood (Vergl. W. Weber Zeitblatt für Gewerbtreibende; Bd. V. (1832) S. 412.) Die zum Hereintreiben von in sehr grosen Stücken gewinnbaren Steinkohlen gebrauchte Ramme, hat die Gestalt eines grosen ungehelmten Hammers von Stahl, der an den Seiten mit vier Rollen und Griffen versehen ist, an denen er von den Arbeitern gefasst und gehandhabt wird.

Die Rollen laufen in mit blank polirtem Stahl ausgelegten Rinnen, welche auf einem hölzernen Gerüste mit drei Beinen ruhen; die beiden hinteren Beine kann man höher oder niedriger stellen, das vordere aber hat ein Kniegelenk, welches bestimmt ist den fallenden Kohlen nachzugeben.

Man stellt das Gerüst auf untergebettete Kleinkohlen, um die gehörige Höhe zu erlangen, vor die verschrämte und geschlitzte Wand, treibt in diese die Keile,

Digitized by Google

Fimmel oder auch Brechstangen mit der Ramme ein und so die Kohlen in Massen ab.

3) Eine americanische Maschine zur Beseitigung von Felsen in Flussbetten ist in Dingler's polytechn. Journal Bd. XLVI. (1832) S. 152. nach Babbage economy of machinery, beschrieben.

In dem Strome wird ein Fahrzeug durch Anker und Seile festgestellt, welches eine Welle mit zwei Schaufelrädern trägt, die, also nach Art der Schiffmühlenräder, von dem Strome selbst bewegt werden. Diese Welle wirkt durch Heblinge auf eine Art groser Hämmer, nemlich langer, starker, unten mit eisernen Spitzen beschlagener Balken, welche bis auf den Grund des Flusses hinabreichen und ihrerseits an langen im Fahrzeuge aufgelagerten Hebeln befestigt sind. Letztere werden durch die Heblinge abwechselnd an einem Ende niedergedrückt und dadurch die Hämmer aufgehoben, die durch ihren Niederfall fortwährend kleine Gesteinstücke absprengen, welche der Fluss sogleich mit fortreisst.

Ein Anheben nach Art gewöhnlicher Pochstempel möchte sonach vorzuziehen seyn.

§. 24. Beispiele der Gewinnung durch Hereintreiben.

1) Das ehemalige Verfahren beim Hereintreiben der verschrämten Gänge, vor der Einführung des Bohrens und Schiesens, war folgendes.

Nach erfolgtem Verschrämen wurde die Wand mit dem Fäustel beklopft, um nach dem dumpferen oder helleren Klange zu beurtheilen, wie weit sie sich fühlte, d. h. wie weit etwa durch schon vorhandene Klüfte die Abtrennung begünstigt wurde, und danach die Ansatzpunkte der Keile bestimmt. Hiernach wurde der vordere freie Stos der abzutreibenden Wand mit Schlägel und Eisen zugebrüstet und darin 2 bis 3 Zoll weite, 5 bis 7 Zoll tiefe Ritze gehauen, — einer, zwei auch drei, je nach der Gröse und Festigkeit der abzutreibenden Wand, — wozu man sich des bei der Schlägel-Eisen-Arbeit §. 7. S. 225. genannten Ritzeisens bediente.

In jeden Ritz wurden mehrere, — bis 4 — Plö-

Digitized by Google

tze, sodann eben so viel Federn eingelegt, wie denn überhaupt die Zahl und Stärke dieser Futterstücke, — Federn, Plötze oder Stücke, — von der Weite des Ritzes und der Gröse des erwarteten Widerstandes abhing. Zwischen je zwei Plötze setzte man, gleich mit denselben oder nachher, einen Keil ein. Dabei durfte kein Stück vor dem anderen vorstehen, am wenigsten der Keil auf den Boden des Ritzes aufstehen. Nun schlug man mit schweren Päuscheln auf die Keile abwechselnd und so lange, bis ein Riss entstand und endlich unter grosem Krachen — welches Mathesius mit dem Abschiesen eines halben Hakens (Hakenbüchse) vergleicht — die Wand hereinkam, während die Häuer sich schnell zurückzogen. Spaltete der erste Riss weit fort, so beklopfte man wohl vor weiterem Eintreiben nochmals, um dasselbe nach Erfordern durch Eintreiben weiterer Keile zu unterstützen; spaltete er tief ohne dass die Wand hereinkam, so wurden die Stücke erst noch einmal tiefer eingetrieben. Die nicht völlig hereingeworfenen Stücke wurden mit Brechstangen und Gewägen vollends abgehoben.

Diese Arbeit war die ursprüngliche Obliegenheit der Gänghäuer, daher deren Name. Sehr bedeutend mag der Erfolg dieser mühseligen Arbeit wohl dennoch nicht gewesen seyn, da Agricola es als etwas Groses ansieht, dass auf diese Weise Stücke „bei 100 Pfund, mehr oder weniger“ vom Gange niedergeworfen worden seien.

(Vergl. Agricola, vom Bergwerk, Deutsche Uebersetzung von 1557. Buch V. S. 83. — Mathesius, Sarepta, Ausg. von 1679. Predigt XII. S. 545. — Rössler, Bergbauspiegel 1700. Buch III. Cap. 6. §. 11. u. s. f.)

2) Die Arbeit in den Schieferbrüchen bei Lehesten im Herzogthume Coburg.

Die unter etwa 26 Grad einfallenden Schichten werden von verschiedenen Systemen von Klüften durchsetzt, welche theils dasselbe Streichen wie die Schichten haben, aber ein anderes, oder nach entgegengesetz-

ter Weltgegend gerichtetes Fallen, theils auch ein ganz anderes Streichen.

Die wichtigsten für die Gewinnung sind von den letzteren die, welche die Schichtung ziemlich unter einem rechten Winkel durchsetzen, uud fast saiger fallen — Schnitte genannt; von den ersteren aber die sogenannten Aufgänge, im Streichen der Schichten, aber widersinnig und flacher fallend. Beide Arten sind noch am offensten.

Nachdem eine Schieferbank auf 4 bis 5, selbst mehr Ellen Länge und Breite, so weit nöthig und zweckmäsig, beräumt und mit Schlägel und Eisen ein fast saigerer Stos daran verschrämt worden, sofern derselbe nicht schon durch einen Aufgang dargestellt ist, so wird die Bank von dieser freien Seite her aufgetrieben, d. h. man setzt auf derselben je nach der Länge der Bank 2 bis 6 eiserne Keile, in je 18 bis 24 Zoll Entfernung von einander in der Richtung der Schichten ein, Meisel genannt; sie haben 6 bis 14 Zoll Länge, 2 bis 5 Zoll Breite, 1½ bis 4 Zoll Stärke auf dem Rücken.

Nachdem dieselben mit einem Fäustel so weit eingeheftet worden sind, dass sie für sich stecken bleiben, so zieht man einen nach dem andern mit langsamen, nicht zu starken und scharfen Schlägen an, damit die Bank Zeit hat, sich in dem gehörigen Bereiche abzutrennen. Bei grosen Bänken nimmt daher diese Arbeit wohl einen halben Tag weg; dieselben haben dann aber auch 4 bis 5 Ellen Breite, 5 bis 6 Ellen Länge und 16 bis 18 Zoll Dicke. Sind die kleinen Keile völlig eingetrieben, ohne die Lösung bewirkt zu haben, so setzt man grösere dafür ein. — Die Bank hebt meist an einem Aufgange ab. Ist sie losgemacht, so wird sie mit eisernen Brechstangen vollends aufgehoben.

Kleinere, nur 5 bis 6 Zoll mächtige Bänke treibt man wohl auch nur mit der Breithaue auf.

3) Gewinnung des Schiefers in den Brüchen bei Angers in Frankreich. Der Bau ist auch hier Tagebau in Bänken und Strossen. Auf der freigemachten

Digitized by Google

Bank wird in der Richtung der Schichten eine Reihe von Ritzen eingehauen und in jeden derselben ein Keil eingesetzt, deren auf diese Weise auf 8 bis 10 mètres gleichzeitig angegriffener Länge 20 bis 25 sich vertheilen. An jedem Keile steht ein Arbeiter, der ihn mittelst eines Schrämhammers oder Fäustels gleichmäsig anzieht. Die Bank spaltet sich, die Keile dringen auf ihre ganze Länge ein und neue werden nachgetrieben, so dass wohl 5 bis 6 Reihen einander folgen.

Endlich bricht die Schieferplatte am Ende (Fuse) der Bank ab. Ist die Lage derselben so, dass sie nicht durch ihr eigenes Gewicht umfallen kann, so hebt man sie mit langen Brechstangen vollends ab, an deren oberen Ende ein Seil befestigt ist, an welchem 10 bis 15 Menschen ziehen. (Vergl. Combes traité de l'exploitation des mines t. I. (Paris 1844) p. 343.

Combes erwähnt dabei noch ein Hülfsstück, eine mit einem hölzernen Helme versehene Eisenstange, mittelst deren man erst die Brechstange auf die Platte wirken lasse, jedoch ist deren Nothwendigkeit nicht deutlich abzusehen.

4) Eine Verschiedenheit von den oben beschriebenen, als den gewöhnlichen Weisen der Schiefergewinnung, bietet die in den Brüchen am Plattberge in der Schweiz angewendete. Auf den söhligen oder wenig geneigten Schichten macht man so grose Bänke frei als man mit einem Male gewinnen will; haut auf den Seiten wo sie fest sitzen einen 0,03 m. tiefen Schram und treibt dann auf einer Schichtungskluft einen ganz flachen Meisel, eine Art Messer, ein, um erst eine Oeffnung herzustellen; zieht dasselbe wieder heraus und treibt dafür einen eisernen Keil ein. Dies geschieht an so vielen Punkten als nothwendig. In den so gebildeten Spalt, treibt man nach und nach, in dem Mase als sich derselbe erweitert und vertieft, immer längere, 1 bis 3 mètres lange, 0,05 m. breite Holzkeile, und hebt endlich die Bank auf.

(Vergl. Bulletin de la soc. d'encour. an. VIII. (1809) p. 311.)

Aehnliche Gewinnung des Schiefers findet übrigens

Digitized by Google

auch in Grubenbauen statt, obschon selten in so grosen Blöcken auf einmal.

5) Die Gewinnung des Steinsalzes in Wieliczka in den sogenannten Kammern, (den eigentlichen Abbauen.)

Diese findet nur in denjenigen Lagen und Stöcken der dortigen Steinsalzablagerung statt, welche über 1 bis 1⅓ Lachter Mächtigkeit haben und sich dadurch zur Balwanenerzeugung eignen.

Sie erfolgt in sogenannten Bändern, d. h. Streifen von solcher Breite und Dicke, dass erstere die (einfache oder doppelte) Länge, letztere die Dicke eines Balwanes giebt, übrigens so viel Höhe als die Mächtigkeit des Lagers und die Höhe der Wand gestattet. Sobald jedoch letztere 6 bis 7 Bergmas, (zu 24⅕ wiener Zoll,) übersteigt, dürfen die Bänder der Gefahr wegen nicht mit einem Male auf die ganze Höhe gewonnen werden.

Nachdem in einer Kammer ein saigerer freier Stos vorgerichtet worden, so wird in dieser zunächst ein Einbruch von der Förste bis zur Sohle, (durch das Haueisen oder auch durch Sprengen,) hergestellt, um eine zweite freie Seite zu gewinnen. Von diesem aus wird sodann entweder nur die einfache, oder von geschickten Häuern, bei günstigen Ablösungsklüften auch die doppelte, Länge eines Balwanes, also etwa 3 Fus, zur Breite des abzulösenden Bandes abgemessen, und hier ein saigerer Schram von der Förste bis zur Sohle eingehauen, der ebenso wie der Einbruch, die Dicke eines Balwanes zur Tiefe hat; etwa 19 Zoll, (Vergl. Keilhauenarbeit §. 28. S. 199.) endlich derselbe oben und unten durch söhlige Schräme verbunden. Sodann werden hinter diesen Bändern von der durch den Einbruch frei gemachten Seite her eiserne Keile, wohl auf 20 bis 30, gern schräg oder in kreuzenden Richtungen, eingesetzt und gleichzeitig eingetrieben, bis das zunehmende Dröhnen oder selbst das Herausfallen einzelner Keile die Ablösung des Bandes ankündigt, welche nun von dem Häuer mittelst eines langen buchenhölzernen Brechbaumes vollendet wird, mit welchem er das Band

Digitized by Google

abhebt und auf ein untergebreitetes Bett von Minutiensalz (Salzklein) umwirft.

Auf diese Weise werden Bänder bis zu 70 Centner Gewicht auf einmal gewonnen. Ist die Mächtigkeit des Salzes, somit die Höhe der Kammer gröser, so gewinnt man die ganze Höhe in zwei Abtheilungen. Die mit dieser Arbeit beschäftigten Häuer heisen davon Bandhäuer. (Vergl. Hrdina, Geschichte der Wieliczkaer Saline S. 185. — A. v. Sydow, Reise nach den Centralkarpathen, S. 102. — Schultes in A. F. Gehlen, Journal für Chemie, Physik und Mineralogie. Bd. V. (1808) S. 260.)

Man gewinnt indess auch das Salz in horizontalen Bänken und dann in derselben Weise wie in der Marmarosch und in Siebenbürgen, wo überhaupt die Gewinnung von oben nach unten fortrückt.

Man hält dann Strossen von 1 Fus Höhe und 2 Fus Breite, 12 Fus und mehr Länge. Diese verschrämt man hinten, und an beiden Enden der zu gewinnenden Länge 1 Fus tief und treibt dann unten auf der vorderen freien Seite von 6 zu 6 Zoll kleine breite Keile von Eisen oder Stahl mit dem Rücken des Czakans, mit gleichförmigen Schlägen ein, bis sich die ganze Bank löst und mit Brechstangen abgehoben werden kann. (Vergl. u. A. Becker, Journal einer bergmännischen Reise, Bd. II. S. 131. und Hacquet, Reisen durch die Karpathen. Thl. II. S. 154.) Jedoch erfolgt diese Abtrennung auch blos durch gleichförmige Schläge mit der Spitze des Czakans.

6) Gewinnung des Mühlsteinquarzes in der Gegend von Paris.

Nachdem man die über dem Quarz stehende Decke von Sand oder Thon abgeräumt und den Stein untersucht hat ob er brauchbar ist, so zieht man auf der Oberfläche einen Kreis von der Gröse der zu brechenden Mühlsteine. Die senkrechten Seitenflächen derselben lösen sich meistens mit geringer Anstrengung ab. Der auf diese Weise freigemachte Cylinder hat gewöhnlich die Höhe mehrerer Mühlsteine in der man ihn daher zu erhalten hat. Dann haut der Arbeiter zuerst unten ringsherum

Digitized by Google

einen 0,45 bis 0,5 m. tiefen Schram ein, setzt in diesen in gewissen Abständen je zwei Keile, die sich an einander legen und treibt dann einen dritten schärferen und längeren Keil zwischen jene ersten beiden ein. Meistens sind alle drei von Eisen, an einigen Orten aber auch die ersten beiden von Holz und nur der dritte von Eisen. Sind alle Keile eingesetzt, so treibt der Arbeiter die mittleren der Reihe nach ein. Es kommt hierbei ebenfalls darauf an, die Keile ganz gleichförmig und langsam anzuziehen, da ein falsch geführter Schlag den Mühlstein in unregelmäsige Stücke spalten und eines grosen Theiles seines Werthes berauben kann.

Die angewendeten Schrämhämmer haben 4 bis 10 Zoll Länge, 2½ bis 5 Zoll gevierter Stärke, 5 bis 15 Pfund Gewicht und sind je nach der Festigkeit der Steine immer sehr stumpf.

(Vergl. Bulletin de la soc. d'encour. an. XXXIII. (1834) No. CCCLXV. p. 412.)

7) Eine andere auf natürlichen Absonderungsklüften beruhende Gewinnungsweise ist die der Mühlsteinlava am linken Rheinufer zwischen Mayen und dem Laacher-See.

Diese Lava kommt in aufrechtstehenden sechsseitigen Säulen unter einer bis 50 Fus mächtigen Decke von Lehm, Thon und vulkanischen Massen vor, welche Säulen oben in immer schwächere unbrauchbare Stücke auslaufen, dagegen unten 4 bis 6 Fus stark sind und hier endlich in eine ganz unzerklüftete Masse übergehen. Somit ist nur jener mittlere Theil brauchbar. — Hat man durch Absinken eines Schachtes diesen brauchbaren Theil erreicht und in den Stösen frei gemacht, so stellt man in den oberen schwächeren Enden der Säulen einen Einbruch her, was man Abglöcken nennt. Dazu haut man an einer Seite der Säule mit der Spitze des Wetzkopfes, einer Art schweren Schrämhammers (S. Keilhauen-Arbeit §. 11. S. 141.) in der halben Höhe des herzustellenden Einbruches einen 2 bis 4 Zoll tiefen schrägen Schram, legt in diesen eiserne Keile zwischen zwei Legeisen, um den Stein vor Keilspuren zu schützen

und treibt sie mit dem Wetzkopfe ein; dadurch spaltet sich eine Schale ab; man wiederholt dies einige Male auf derselben oder auch auf einer anderen Seite, bis der Stein entweder abspaltet, oder doch so schwach geworden ist, dass man ihn mit dem Bläukopfe (s. oben §. 6. S. 274.) vollends abschlagen und mit Brechstangen abheben kann. Hierauf löst man auf gleiche Weise den freigemachten Stumpf unten ab.

Diese Gewinnung wird sonach durch die senkrechten Ablösungsflächen der Basaltsäulen sehr erleichtert, welche hier als freie Seiten dienen, während der Stein wegen seiner ganz gleichförmigen Dichtigkeit nach allen Richtungen gleich gut spaltet; daher er auch nach Erfordern auf dem Stamme saiger geschlitzt wird.

(Vergl. Karsten, Archiv f. Bergbau Bd. XVII. (1828) S. 417.)

8) Gewinnung des Granites bei Penryn in England.

Dieser sehr feste Granit von parallelen Lagen weicherer Masse durchsetzt, bildet mit diesen weit fortsetzende Züge. Er wird meist durch ein System horizontaler und zwei andere mehr vertikaler Klüfte durchsetzt und dadurch in sehr regelmäsige Würfel, zuweilen aber auch in sehr unregelmäsige Massen abgesondert. In der horizontalen Richtung spaltet der Granit am leichtesten, schwerer in der ersten der vertikalen, am schwersten in der zweiten vertikalen, welche jene durchkreuzt; jene soll bei grobkörnigerem Granite der Richtung der Feldspathkrystalle folgen, letztere dieselbe durchkreuzen.

Beim Zerspalten wendet man Keile und Legeisen, Fimmel und Federn an. Die Fimmel sind runde, spitz zulaufende Eisenstäbe. Die Keile werden in 3 Zoll tief eingehauene Ritze eingesetzt; die Fimmel in gebohrte Löcher. Ein Fimmel gilt der Wirksamkeit nach soviel als drei Keile, daher man letztere mehr zum Zersprengen kleinerer 2 bis 3 Fus dicker Blöcke anwendet. Fimmel und Keile werden mit 30 Pfund schweren Fäusteln eingetrieben.

Die Löcher setzt man in je 1 Fus Entfernung von

Digitized by Google

einander, so dass ein groser Steinblock eine grose Anzahl von Fimmeln erfordert, die abwechselnd eingeschlagen werden und ohne grose Reibung zwischen den Federn hineingleiten. Sie erzengen einen Druck welcher hinreicht 20 bis 25 Fus tief zu spalten. Für ein tieferes Spalten von 24 Fus oder etwas weniger ist es am gewöhnlichsten den Fimmel Abends so weit einzutreiben, bis das Eisen anfängt sich warm zu fühlen, und ihn sodann die Nacht über ruhen zu lassen; so findet man am folgenden Morgen einen feinen Spalt, der leicht erweitert werden kann. Wollte man aber den Fimmel mit einem Male eintreiben, so würden die Eisen zerstört werden bevor der Felsen abspaltet.

(Vergl. London and Edinburgh philosoph. magazine and journal of science; 3. ser. vol. II. (1833) p. 321.)

9) Die Gewinnung der grosen Granitsäulen in Finnland, für die Isaakskirche in Petersburg.

Nachdem eine Bank förmlich frei gemacht worden war, wurde sie auf vier Seiten aus dem Rohen behauen, sodann der Breite nach in so viel Theile getheilt, als sie Säulen geben konnte und jeder Theil durch einen von oben eingehauenen 0,108 m. weiten, und 0,271 m. tiefen Schram von dem andern abgegrenzt. In diesem Schrame wurden noch ausserdem alle 6 Zoll Löcher angebracht, von 2 Zoll oberer und 1½ Zoll unterer Weite. Sodann setzte man in den ganzen Schram in kleinen Zwischenräumen, starke eiserne 15 bis 18 Zoll lange Keile zwischen Legeisen, von denen jeder durch einen Arbeiter versorgt wurde. Auf ein gegebenes Zeichen schlugen alle darauf; hatte sich auf diese Weise der Stein in der vorgeschriebenen Richtung gespaltet, so wurden in den Spalt eiserne, 15 Fus lange Brechstangen in gleichen Abständen von einander eingesetzt, an deren oberen Ende Ringe befestigt waren. In allen Ringen waren ferner Taue, und an jedem Taue Zugseile befestigt, so dass an jedem Taue 40 Mann angestellt werden konnten, welche alle gleichzeitig anzogen. Hatte man auf diese Weise den Block 1½ Fus weit abgerückt, so setzte man in den Spalt acht 25 Fus lange 7 Zoll starke Wuchtbäume

von Birkenholz, mittelst deren man den Block noch mehr und soweit abrückte, dass Arbeiter in den Zwischenraum treten und auf der denselben zugewendeten Seite Löcher einbohren konnten. In diesen wurden eiserne Krampen befestigt und mittelst solcher, durch Seile und Flaschenzüge der Block weiter abgerückt, um ihn weiter zu bearbeiten.

Diese Säulen waren 18,191 mètres lang, 2,179 mètres dick.

(Vergl. J. Rondelet, Kunst zu bauen, übers. v. C. G. Distelbarth. Bd. I. (1833) S. 53. (nach Montferrand.) — L. F. Wolfram, Lehrbuch der gesammten Baukunst, Bd. I. (1833) Abth. 1. S. 119.)

Auf ähnliche Weise wurden auch die 29⅙ Fus langen, 3½ Fus starken Granitsäulen für die kasan'sche Muttergottes-Kirche zu Petersburg gebrochen. Bei diesen bohrte man die Löcher 2 Zoll weit von einander und 4 Fus tief, also etwas tiefer als die Dicke der Säule. In gleicher Weise endlich, gewann man die Alexandersäule für Petersburg, die im Rohen 98 Fus Länge, im Mittel 22 Fus Dicke hatte; an ihrer Gewinnung arbeiteten 600 Menschen 2 Jahre lang.

(Vergl. Wolfram a. a. O. S. 120.)

10) Eine eigenthümliche, sehr aufhältliche aber übrigens zweckgemäse Weise, grose Säulen und Blöcke von bestimmter Gestalt und Gröse mit voller Sicherheit zu gewinnen, welche im Alterthume angewendet wurde, scheint folgende gewesen zu seyn. Man hieb rings um den zu gewinnenden Block einen Schram von solcher Weite aus, dass ein Mann darin arbeiten konnte, sonderte auf diese Art die Säule von der ganzen Gebirgsmasse ab, und löste sie endlich an der Unterfläche, auf der sie allein noch fest sas, dadurch ab, dass man rings herum Schräme einhieb und Keile einsetzte.

Auf diese Weise lösten die Alten Säulen von 34 bis 35 rheinl. Fus Umfang und bis 50 Fus Höhe ab, wie z. B. für den Tempel bei Selinunt in Sicilien. (Vergl. v. Moll, Jahrbücher der Berg- und Hütten-Kunde, Bd. III (1799) S. 333.)

Digitized by Google

11) Eine ausführliche Beschreibung des, obschon von dem gewöhnlichen nicht abweichenden, Verfahrens bei der Zerspaltung des grosen Granitblockes, aus welchem die vor dem Museum in Berlin aufgestellte Schale gewonnen wurde, findet sich in A. C. Crelle, Journal für die Baukunst Bd. II. (1830) S. 158.)

12) Die Gewinnung des Sandsteines am Wendelstein bei Nürnberg.

Man beräumt das abzusprengende Stück und macht es auf drei Seiten frei, haut auf der obern Fläche, parallel der vorderen Seite, einen Schrot ein, dessen Tiefe sich nach der Gröse des Stückes richtet und 3 bis 18 Zoll, ja selbst mehr beträgt, allemal aber nur einen kleinen Theil der Dicke des zu gewinnenden Blockes ausmacht. Von dem vorderen, saigeren Stose her, wird ebenfalls auf der Sohle ein horizontaler Schram ausgehauen, der sich nach der Dicke des abzutreibenden Stückes bestimmt. Die Schrote füttert man mit ganz trocknem Rothbuchenholze in der Art aus, dass die Hirnseite nach oben (aussen) steht, die Holzfasern der Tiefe des Schrotes nach gerichtet sind. In dieses Holz setzt man eiserne Keile von 4 bis 12 Zoll Länge dicht aneinander und treibt sie mit Treibefäusteln ein, so zwar, dass man mit dem mittelsten in jeder Reihe beginnt und von da nach beiden Seiten fortschreitet, bis der Stein sich ablöst.

(Vergl. Wolfram a. a. O. Bd. I. Abth. 1. S. 170. nach Wiebeking.)

13) Die Gewinnung des Marmors in Lucca in Italien.

Der zu gewinnende Block wird vorn und oben frei gemacht, auf den übrigen drei Seiten durch 1½ Fus weite Schrote abgesondert und endlich auf der vorderen freien Fläche unterschrämt. In letzteren Schram legt man sodann paarweise starke Eisenkeile zwischen Ausfütterungsbleche — Legeisen — und zieht sie mit langsamen gleichförmigen Schlägen an. Ist dies geschehen, so werden die abwechselnden Keile, der zweite, vierte, sechste u. s. f. herausgenommen, stärkere Einlegekeile ebenfalls paarweis dafür eingelegt und dazwischen die

Digitized by Google

Treibekeile eingetrieben; dadurch werden die Keile 1, 3, 5 u. s. f. frei, herausgenommen, und ebenfalls Einlegkeile dafür eingebracht. So fährt man mit abwechselndem Herausnehmen der Keile und Einlegen stärkerer Futter fort, bis die ganze Masse 8 Zoll hoch gehoben ist. In die so gebildete Kluft legt man Kugeln von Schmiedeeisen (kurze Cylinder möchten wegen der mehreren Auflagerungsflächen besser seyn,) ein und rollt den Block ab.

(Wolfram a. a. O. S. 171.)

14) Die Gewinnung bei dem Schwefelbergbau zu Hellin in Murcia in Spanien. — Der Schwefel liegt in Schichten von ½—18 Zoll zwischen Thon, unter einer Bedeckung von losem Gerölle und wird strossenweis durch Tagebaue gewonnen. Die Gewinnung erfolgt mit dem Schrämhammer und wenn es die Festigkeit des Gesteines gestattet, Platten oder Tafeln zu brechen, mit der Brechstange.

Hierzu wird die zu lösende Platte zuerst an beiden Seiten, sodann auf der hinteren Seite bis auf die halbe Dicke durch Schlitzen frei gemacht, sodann setzt man in je 1 vara (3 Fus) Abstand von einander Brechstangen ein, deren jede sich auf eine Walze von Holz stützt. An jeder dieser 6½ Fus langen Brechstangen arbeiten neun Mann; sechs von ihnen stellen sich mit den Füsen auf dieselbe, der siebente setzt nur einen Fus darauf, den andern auf den Boden, die beiden letzten stehen auf den Boden, mit dem Gesicht gegen jene sechs gewendet, um diese zu unterstützen. Von diesen beiden legt einer die eine Hand auf die Schulter des anderen, mit der anderen fasst er den ersten, der andere aber den letzten der übrigen sieben am Gürtel, welche gegentheils eine Hand auf die Schultern jener legen; übrigens fassen auch diese sieben einander am Gürtel während sie die Arme kreuzen (doch wohl ausser dem ersten und sechsten?).

In dem Mase als auf diese Weise die Platte weicht und aufgehoben wird, legt man stärkere Walzen unter.

(Vergl. Anales de minas t. II. (1841) p. 269.)

Digitized by Google

15) Gewinnung auf dem 30 Fus mächtigen Kohlenflötze zu Staffordshire in England.

Der Abbau ist eigentlich ein Pfeilerbau, jedoch sind die Abbaustrecken im Verhältniss ihrer Breite so kurz, die angegriffenen Feldabtheilungen so klein, dass er seinen Charakter ganz verliert. Mit diesen, 6, 15 ja 20 yards (zu 3 engl. Fus) breiten, und anfangs 3—4 yards hohen Abbaustrecken geht man von einer Hauptstrecke aus höchstens 9 Lr. lang fort; am Ende angekommen überhaut man sich und reisst nach der Hauptstrecke zurückgehend, die oberen Bänke nach.

Bei dieser Gewinnung wird zunächst auf der Sohle 2½ Fus, als so hoch geschrämt, dass sich ein Mann in den Schram hineinlegen kann; sodann 6 bis 7 Fus hoch geschlitzt, ebenfalls dass ein Mann hineintreten kann; in beiden lässt man Beine stehen oder setzt Bolzen, (Vergl. Keilhauenarbeit §. 20. S. 160.) und unterschrämt so 8 bis 9 yards ins Gevierte. Sodann werden die Bolzen und Beine weggeschlagen oder aus der Ferne mit 15 Fus langen, vorn mit eisernen Haken und Spitzen versehenen Stangen weggezogen, bis die ganze Masse zu brechen beginnt; die Arbeiter ziehen sich zurück und es brechen Lasten von 2000 bis 6000 Centner auf einmal herein.

Beim Nachreissen der oberen Bänke fällt natürlich das Schrämen weg, da der Schram durch die Abbaustrecke ersetzt wird, so dass nur das Schlitzen übrig bleibt.

(Vergl. v. Oeynhausen und v. Dechen in Karsten, Arch. f. Mineralogie. Bd. VI. (1833) S. 69.)

16) Die Gewinnung in den Steinbrüchen bei Mastricht und Falkenberg.

Diese ist auf ein Conglomerat aus feinen Kalkkörnchen in horizontalen Schichten mit Versteinerungen, theils zerstreut, theils in einzelnen Lagen, in den oberen Sohlen, in der unteren mit Feuersteinen durchzogen, gerichtet.

Der Bau wird unterirdisch in durchschnittlich 3½ Lr. hohen und 1½ Lr. weiten Strecken geführt, zwischen denen Pfeiler stehen bleiben.

Digitized by Google

Man richtet gerade saigere Stöse vor, und stöst mit den oben §. 13. beschriebenen eisernen Bäumen (Schrämmeiseln) dicht unter der Förste einen 4 Fus langen, 2½ Zoll hohen und 32 Zoll tiefen ganz horizontalen Schram.

In der Mitte und auf der einen Seite stöst man einen vertikalen Schram, eben so tief und 22 Zoll lang herablaufend, und verbindet beide unten wieder durch einen zweiten, 2 Zoll weiten horizontalen Schram. Der auf diese Weise auf 4 Seiten abgesonderte Stein wird durch hölzerne Keile abgesprengt, die man mit hölzernen Hämmern in die Schräme eintreibt. Er hat 30 Zoll Länge, 18 Breite und 20 Zoll Dicke bekommen.

Nun verlängert man die beiden vertikalen Schräme, verbindet sie in gleichen Entfernungen unter einander wie anfangs durch horizontale Schräme und schneidet die dadurch abgesonderten Steine nach einander mit der Säge ab, die man von der durch die Gewinnung der oberen Steine entstandenen Höhlung aus auf der hinteren Wand durchführt, an welcher sie noch festsitzen. Ist man auf diese Weise bis zur Sohle der Strecke herabgelangt, so wird daneben ein gleich breiter Streif gewonnen, indem man am anderen Ende des gleich anfangs unter der Förste hin gestosenen horizontalen Schrames, der die doppelte Breite eines Steines zur Länge hatte, einen verticalen Schram gleich von der Förste bis zur Sohle herabstöst, ihn auf dieser mit dem hergestellten freien Raume durch einen horizontalen Schram verbindet und nun von jenem nischenförmigen Raume aus, in den ein Arbeiter treten kann, den ganzen Streifen (Stuhl genannt,) mit der hart am hinteren Stose dahinter weggeführten Säge ablöst, sodann in einzelne Steine zertheilt.

Der Stein ist in der Grube ganz weich, worauf sich diese Gewinnungsart begründet, am Tage aber wird er hart.

Die oben erwähnte Spitze am anderen Ende der eisernen Bäume dient zum Durchstechen der Feuersteinschichten.

(Vergl. v. Oeynhausen und v. Dechen in

Karsten, Arch. f. Bergbau. Bd. XI. (1827) S. 200. u. s. f.)

§. 25. Beispiele von Leistungen bei der Hereintreibearbeit.

Schon an und für sich würde über diese sehr wenig gesagt werden können, da, wie aus dem Bisherigen zu ersehen war, sie nur selten selbstständig, fast nie ohne einige Unterstützung, wenigstens durch die Keilhauenarbeit, auftritt; aber auch in dieser als der gewöhnlichsten Vereinigung kommt häufig noch eine andere Arbeit, als Nacharbeit hinzu, deren Leistung nicht von jener getrennt werden kann.

1) Im Bleiberge bei Commern am Niederrhein — reine Hereintreibearbeit in bleiglanzführenden Sandstein, — (S. Karsten Arch. f. Bergbau. Bd. IX. (1825) S. 115.) haut ein Arbeiter mit Wolf und Berghammer in der 8stündigen Schicht 1 Lr. hoch, ½ Lr. breit und 8 Zoll tief aus, also 0,05 Cub. Lr. = 0,458 cb. mètr.

2) Auf den fiscalischen Steinkohlenwerken bei Dresden in Sachsen treibt durchschnittlich ein Mann in der achtstündigen Schicht vor Abbauörtern wo die Kohle auf drei Seiten frei, zerdrückt und wenig von Kämmen durchsetzt ist, 16 bis 18 Dresdner Scheffel, zu 0,10733 cb. mètr. herein. Wird die Kohle fester, ist sie von Kämmen durchsetzt oder von Bränden durchzogen, (Vergl. Keilhauenarbeit §. 28. S. 185.) so kann die Leistung bis auf 8 Scheffel fallen, beim Hereintreiben der stehen gelassenen Decke, wo dasselbe am meisten angewendet wird, gewinnt 1 Mann 10—15 Scheffel.

3) Auf denselben Werken kann 1 Häuer im Rückengebirge — Thonstein — beim Hereintreiben des Oberhanges oder beim Nachtreiben der Strosse, vor einem ¾ Lr. weiten Orte 20 bis 30 Cub. Fus Berge, à 9/343 cb. m. gewinnen; dabei werden jedoch mit Schlägel und Eisen die Winkel herausgehauen, Ulmen, Strossen und Förste zugeführt.

4) Auf den Steinkohlenwerken bei Zwickau in

Digitized by Google

Sachsen kann ein Häuer bei 6 Fus (à $^2/_7$ mètre) Mächtigkeit des Flötzes in der zwölfstündigen Schicht (achtstündigen Arbeitszeit), 6 bis 7 Karren, auf ganz reinem Flötze selbst 8 Karren, bei weniger Mächtigkeit 3 bis 5, selten nur 6 bis 7 Karren gewinnen; den Karren durchschnittlich zu 5 dresdener Scheffel.

5) Auf der Königsgrube in Oberschlesien gewinnt ein Arbeiter in der 12stündigen Schicht 12½ Tonnen Stückkohlen excl. 3 Tonnen Klarkohlen mit Schrämen, zweimal Schlitzen und Hereinkeilen (oder Schiesen); die Tonne zu 4 preuss. Centn. à 51,448 kilogr.

6) In den Steinkohlengruben zu Entreverues in Savoyen, gewann auf einem Flötze von 2 m. mittlerer Mächtigkeit und 75 bis 85 Grad Fallen, durch Strossen- und Försten-Bau ein Häuer und sein Gesell täglich 14 hectolitres (1,4 cb. m.) = 1120 kilogr. Kohlen (Vergl. Journal des mines. t. XIX. (1806) No. 114. S. 439.)

7) In den Kohlengruben von Rive de Gier, dép. de la Loire in Frankreich, schlägt ein Häuer bei 2,3 bis 2,6 m. hohem und 4 m. breiten Abbaustose in einer Schicht von 9 bis 10 Stunden 10 bis 15 Tonnen zu 5 bis 6 hectolitres Stück- oder Klein-Kohlen, also wenigstens 400 myriagrammes, heraus. (Vergl. Annales des mines 1. ser. t. I. (1816) p. 134. und Journal des mines. t. III. (1796) No. 14. p. 49.)

8) Beim Betriebe der 9 Fus hohen, 12 Fus breiten Strecken in den Kohlenwerken zu Commentry, dép. Allier, gewinnt ein Häuer in der achtstündigen Schicht 6 hectol. Kohlen. (Vergl. v. Dechen in Karsten u. v. Dechen Arch. f. Mineralogie. Bd. XVII. (1843) S. 447.).

9) Auf dem 3 Fus mächtigen Flötze Coquelet bei Charleroi in Belgien muss ein Häuer in der Schicht 3 mètre Breite des Ortstoses, 3 Fus fortbringen.

10) Zu Anzin in Frankreich müssen zwei Häuer einen Ortstos von 10 bis 11 m. flacher Höhe bei 1 m. gröster Mächtigkeit in der Schicht 1 m. weit fortbringen, indem sie ihn verschrämen, am oberen Stose schlitzen

Digitized by Google

und hereinschlagen; oft bringen sie ihn auch 1,2 m. weit fort, wozu sie aber 12 Stunden brauchen. — Unter ungünstigen Umständen, bei schwerem Schrame, schmalen Flötzen, wo dann auch der Häuer die Zimmerung mit übernehmen muss, kann nicht so viel geleistet werden, vielmehr sind dann 3 Häuer nöthig um 10 m. flache Höhe in der Schicht 1 m. weit fortzubringen; in einzelnen Fällen sogar 6. (Vergl. v. Dechen in Karsten Arch. f. Bergbau, Bd. X. (1825) S. 220. u. s. f.)

11) Auf den Steinkohlengruben bei Meisenheim im ehemaligen Zweibrücken, wurde auf zwei Flötzen von 0,15—0,2 m. Mächtigkeit und 20 bis 30 Grad Fallen mit 0,3 bis 0,4 m. hohem Stose, durch Krummhälserarbeit durch Schrämen und nachmaliges Hereinkeilen, gebaut. Die tägliche Leistung eines Arbeiters war dabei höchstens 14 □mètres. (Vergl. Journal des mines t. VIII. (1798) No. 44. S. 613.)

12) Auf den Steinkohlengruben zu Eibiswald in Steiermark wird bei 3½ bis 4 Fus Flötzmächtigkeit mit Betrieb von 5 bis 5½ Fus hohen Abbau-Oertern, Vorrichtung von Pfeilern und nachmaligem Abbau derselben fortgeschritten, dabei über den Kohlen im Schieferthon 3 Fus tief geschrämt, eben so tief auf beiden Seiten geschlitzt und dann mit Keilen aufgetrieben; zu ersteren Arbeiten 6 bis 8 Stunden, zu letzterer 2 bis 3 Stunden verwendet. Dabei gewinnt ein Arbeiter in der Schicht beim Ortsbetriebe 12 Centn., beim Pfeilerabbaue 18 bis 20 Centn. à 56 Kilogr. (Vergl. Jahrbuch der montanistischen Lehranstalt zu Vordernberg auf 1841. S. 62.)

13) Zu Steiereck, ebendaselbst, wo bei 5 bis 18 w. Fus Mächtigkeit, durch Betrieb von Diagonalen in je 10 : 10 Lr. Entfernung von einander und streichenden Strecken dazwischen, 9 bis 12 Fus breite Kohlenpfeiler vorgerichtet und abgebaut werden, gewinnt ein Häuer in der Schicht beim Rauben der Pfeiler durch Schrämen und Keilen 45 Centn. (Ebendaselbst, S. 71.)

14) Bei Voitsberg und Lankowitz endlich, ebenfalls in Steiermark, wo der Abbau durch 3 bis 4 Lr.

Digitized by Google

weite, 3 bis 6 Lr. hohe, oben auf 2 bis 4 Fus zusammengezogene Strecken in der Art erfolgt, dass man in der Förste mit einem 5 Fus hohen Orte vorausgeht, zu beiden Seiten in die Stöse hinausschlitzt und in der Sohle 3 Fus hohe, 9 Fus lange Strossen nachreisst und die Gewinnung durch Keilen (oder Schiesen,) bewirkt, gewinnt ein Häuer in der Schicht 15 bis 20 Centner.

15) Auf den hessischen Braunkohlengruben am Habichtswalde auf durchschnittlich 10 Fus mächtigen Flötzen, muss der Häuer in der achtstündigen Schicht durchschnittlich 7 bis 12 Mas Braunkohlen à 11 hess. Cub. Fus oder à 4 bis 5 Centn. (1 Mas = 0,2544 cb. m.) gewinnen.

16) Bei dem Braunkohlenbergbaue am Hirschberge bei Gros-Almerode in Hessen gewinnt ein Häuer auf dem Ringekuhler Werke, auf den beiden oberen Flötzen von je 40 bis 50 Fus Mächtigkeit, bei Tagebau in der achtstündigen Schicht 280 bis 405 Mas.

17) Bei dem Braunkohlenbetriebe bei Langenbogen bei Eisleben, durch Tagebau mit Verschrämen und Hereinwuchten, kann ein Arbeiter in der achtstündigen Schicht 60 preuss. Tonnen Kohlen gewinnen (à 7⅑ Cb. Fus = 0,219847 cb. m.).

18) Eine sehr grose Anzahl von Angaben über Leistungen bei dem englischen, belgischen, saarbrückener, westphälischen, ober- und niederschlesischen Kohlenbergbaue, ist noch, wie schon früher bei der Keilhauenarbeit S. 203. bemerkt worden, in v. Dechen's Bemerkungen über den englischen Steinkohlenbergbau in Karsten Arch. f. Mineral. Bd. VI. (1833) S. 81—97. enthalten, jedoch sowohl des grosen Umfanges wegen, als auch und mehr noch, weil zum grosen Theile gewis oder muthmaslich in den angeführten Fällen Schiesarbeit zur Unterstützung angewendet worden, zum Theil eine andere Arbeit, als z. B. Berge versetzen, Fördern, Zimmern in den Leistungen mit einbegriffen ist, nicht geeignet hier ganz aufgenommen zu werden. Im Allgemeinen ergiebt sich aus ihnen folgendes:

Digitized by Google

In den aufgeführten englischen Kohlenrevieren war bei 22 Zoll bis 10 Fus, meist aber nicht über 6½ Fus Flötzmächtigkeit in 8 bis 12stündigen Schichten die Leistung eines Häuers 10 bis 35 preuss. Tonnen, die grösten gerade nicht auf den mächtigsten Flötzen, wie häufig in den Hauptrevieren von Newcastle und Süd Wales durchschnittlich 15 bis 20 Tonnen bei 8 bis 10stündigen Schichten.

In den schottischen Revieren bei 2¾ bis 5 Fus Mächtigkeit, 8 bis 9 Stunden Arbeitszeit, 7 bis 30 Tonnen (bei 4—5', 12½—30 Tonnen.)

In Belgien und dem angrenzenden Frankreich, bei 1 bis 4 Fus selten unter 2 Fus Mächtigkeit, meist acht-, aber auch bis zwölfstündigen Schichten 7,3 bis 20 Tonnen; auf den schwächsten Flötzen zu Anzin 5 Tonnen; die gröseren Leistungen fallen hier mehrentheils auch auf die mächtigeren Flötze.

In Saarbrücken war bei 30 bis 100 Zoll ganzer Flötzmächtigkeit die Leistung eines Häuer in der achtstündigen Schicht auf Abbaustrecken 5,096, bei Pfeilerbau 5,843 Tonnen.

In der Worm-Revier bei 36 bis 60 Zoll Flötzmächtigkeit in zwölfstündigen Schichten durchschnittlich auf Abbaustrecken 9,8, beim Pfeilerbau 14,9 Tonnen.

In der Eschweiler Revier bei 16 bis 54 Zoll Flötzmächtigkeit in zwölfstündigen Schichten auf Abbaustrecken 3—10½, bei Pfeilerbau 3¾ bis 18,9 Tonnen; im Durchschnitte von 12 Flötzen von nicht über 2 Fus Mächtigkeit des Kohls, auf Strecken 7,05, vor Pfeilern 13,8 Tonnen.

In der Mark s. w. d. a. bei 2¼ bis 11½ Fus, meist nicht über 6 Fus, Flötzmächtigkeit, in achtstündigen Schichten, vor Oertern 5½ bis 20, vor Pfeilern 6¼ bis 25 Tonnen; bei 1 Fus Mächtigkeit und Strebbau 3 bis 5 Tonnen.

In Waldenburg in Schlesien bei 40 Zoll bis 8 Fus Flötzmächtigkeit, in zwölfstündigen Schichten 7 bis 10½ Tonnen.

Digitized by Google

In Oberschlesien bei 5 bis 25 Fus Mächtigkeit (von deren gröster bis 5 Fus in Dach und Sohle angebaut wurden,) in zwölfstündigen Schichten vor Abbauörtern 10,59 bis 11,85, vor Pfeilern, 10,6 bis 15,17 Tonnen; bei 2½ Fus Mächtigkeit, mehr im Strebbau, (da die Pfeiler in 25 Lr. breiten Stösen abgebaut wurden,) war die Leistung resp. 5,4 und 6,24 Tonnen.

Digitized by Google

V. Das Bohren und Schiesen.

§. 1. Die Schiesarbeit, gewöhnlicher: das Bohren und Schiesen genannt, — nach den beiden Hauptabtheilungen in welche die ganze Arbeit zerfällt, — ist diejenige Gewinnungsweise, bei welcher die Abtrennung einer Gestein- oder anderen Masse mittelst Schiespulvers erfolgt, welches in ein in, oder hinter jene Masse gebohrtes Loch gefüllt, durch einen darüber angebrachten Verschluss abgesperrt und hierauf angezündet wird, worauf die sich aus dem Pulver entwickelnden, in einen engen Raum eingeschlossenen Gase durch ihre Spannkraft das umgebende, ihnen den Ausgang versperrende Gestein auseinander treiben.

Daher ist auch, wie schon vorläufig in den allgemeinen Vorbegriffen §. 3. Anm. erwähnt wurde, die ebenfalls für diese Arbeit gebrauchte Bezeichnung: Sprengarbeit, zu allgemein und nicht bezeichnend genug, weil aus dem Abschnitte IV. (Die Hereintreibearbeit,) ersichtlich geworden ist, dass man auch auf andere Weise sprengt, durch Keile verschiedener Art, für sich (§. 16. u. s. f.) oder mit Hülfe der Ausdehnung durch Wasser (s. §. 18. u. A.), ja selbst durch diejenige Spannung allein, welche vom eingeschlossenen Wasser bei der Verwandelung in Eis erzeugt wird. (s. §. 19.)

§. 2. Die Schiesarbeit ist im Verhältnisse zu den übrigen Gewinnungsarten eine sehr neue, ja geradezu die jüngste unter denselben.

Das Schiespulver war schon seit mehreren Jahr-

Digitized by Google

hunderten erfunden *), seine Kraft schon längst im Kriege zum Forttreiben groser und kleiner Geschosse aller Art in eben dergleichen Geschützen, ja sogar zum Umwerfen von Mauern und Gebäuden benutzt worden, und noch immer hatte es keine Anwendung beim Bergbaue gefun-

*) Selbst wenn man von den Chinesen absieht, — welche nach der Angabe des Thomas von Aquirra und des Jesuiten Lecomte, das Schiespulver schon im Jahre 88 n. Chr. gekannt haben sollen, — weil deren Wissen auf Europa ohne allen Einfluss war, es auch immer noch fraglich bleibt, ob sie nicht das Pulver nur zu Lustfeuerwerken zu benutzen verstanden; wenn man ferner von denjenigen Angaben absieht, denen zufolge jene Kenntniss sich schon sehr früh bei den Indiern, Arabern, Mauren befunden haben soll; von vielen andern Angaben endlich, welche die Kenntniss und Benutzung des Schiespulvers in Europa sehr früh setzen, und welche, obschon häufig wiederholt, zum Theil wahrscheinlich ungegründet, zum Theil wenigstens sehr unzuverlässig sind, sehr häufig falsch verstanden und aus den Originalen falsch abgeschrieben wurden: so lässt sich doch aus den glaubwürdigeren jener Nachrichten folgern, dass das Pulver doch wenigstens schon in der ersten Hälfte des 14. Jahrhunderts in Europa bekannt und im Kriege gebraucht war; an einzelnen Orten aber vielleicht schon 100 Jahre früher; und dass, wenn es im 14. Jahrhunderte wirklich in Deutschland noch einmal erfunden worden seyn soll, — mag der Erfinder in Wahrheit Berthold Schwarz geheissen haben oder anders, — diess wenigstens vor 1354 geschehen seyn müsste, weil das Vorhandenseyn von Geschütz um diese Zeit nachgewiesen ist; dass aber eine solche um diese Zeit gemachte Erfindung weniger das Pulver als vielmehr eine neue Art von Geschütz betroffen haben mag, daher auch die ungewissen Nachrichten welche von 1320 sprechen, nicht unwahrscheinlich sind.

Von den zahlreichen Aufsätzen über diesen Gegenstand mögen hier nur einige derjenigen genannt werden, welche die zahlreichsten Angaben enthalten, nehmlich:

1) Die Abhandlung von J. Gramm, in der Uebersetzung im Allgemeinen Magazin der Natur, Kunst und Wissenschaft. Thl. V. Leipzig 1755. S. 137. enthalten.

2) J. C. B. Busch, Handbuch der Erfindungen Thl. XI. Eisenach 1821. Art. Schiespulver S. 224.

3) Chronologie der Feuerwaffentechnik von Dr. Meyer, in O. L. Erdmann Journal für techn. und ökonom. Chemie. Bd. XIV. (1832) S. 1. Letztere besonders giebt eine sehr vollständige Uebersicht der verschiedenen historischen Angaben, obschon ohne Nennung der Quellen, über die Anwendung von Pulver, Geschütz und dergl.

Digitized by Google

den, welche doch der letzteren Benutzungsweise so nahe lag.

War es die Abgeschlossenheit dieses Gewerbes von der übrigen Welt, welche ebensowohl den Bergmann länger in Unbekanntschaft mit den Fortschritten in anderen Fächern erhielt, als auch kenntnissreiche und erfahrene Männer ausserhalb des Bergmannsstandes, verhinderte letzterem ihre Aufmerksamkeit und ihre Kräfte zuzuwenden? — war es ein eigensinniges Hängen am Hergebrachten, welches eben wegen jener gröseren Abgeschlossenheit des Bergbaues stärker war, wie diess derselbe Fall bei jedem anderen Fache unter ähnlichen Verhältnissen seyn würde und wirklich ist? — waren es endlich bestimmte Befürchtungen, welche unmittelbar auf gewissen Umständen und Verhältnissen des Betriebes beruhten? — wirkten endlich — und diess ist wohl das wahrscheinlichste — alle diese Ursachen zusammen? — die Geschichte lässt diess eben so dunkel und giebt darüber nur eben so einzelne Andeutungen, wie über viele andere Vorgänge, welche eben so unweit hinter der Jetztzeit liegen; kurz das Ergebniss war das schon genannte: dass die Anwendung des Schiespulvers sehr spät Eingang fand.

Die früheste Zeit, welche für diese erste Anwendung angegeben wird, ist das Jahr 1613. Zwar hat sich einmal die Meinung kundgegeben: dass das Schiespulver schon im 12. Jahrhunderte im Rammelsberge bei Goslar angewendet worden sei; — (S. L. Beckmann Anleitung zur Technologie. 1ste Auflage. Göttingen 1771. S. 343. — Göttingische gelehrte Anzeigen. Jahrgang 1782. Zugabe. Bd. 1. S. 445. — Gothaischer Kalender auf das Jahr 1783. S. 150. u. A.) — jedoch kann dieselbe allem Ansehen nach, zuerst nur von Jemand gefasst und ausgesprochen worden seyn, der wegen Mangel an allen bergmännischen Kenntnissen eine Beschreibung der Gewinnungsarbeiten im Rammelsberge (durch Feuersetzen,) ganz falsch verstanden hat, wie solches, schon durch von Veltheim in G. C. Lichtenbergs und G. Forster's göttingischem Magazin der Wissenschaften

und Literatur. Jahrgg. III. Stück 5. Göttingen 1783. S. 658. u. s. f. — und von **Holzmann**, in C. E. P. **Holzmann's** hercynischem Archiv, Halle 1805. S. 151. deutlich und ausführlich dargethan worden ist, und es wird lächerlich, jene grund- und gehaltlose Behauptung selbst in ganz neuen Schriften, mit blindem Glauben, noch dazu mit der ausdrücklichen Bezeichnung als wahr, nachgeschrieben zu finden.

Es bleibt also die älteste bekannte Angabe das Jahr 1613.

Diese Angabe findet sich zuerst in A. **Beyer**: das geseegnete Markgrafthum Meissen, Dresden 1732. — eigentlich einer Sammlung von geschichtlichen Notizen aus Ausbeutbögen und anderen Schriften gezogen, — worin bei dem Jahre 1613 bemerkt ist: „in diesem Jahre hat **Martin Weigold** das Bohren im Gesteine mit dem Pflocke zu schiesen erfunden"; und in dem Ausbeutbogen vom Quartal **Trinitatis** 1715 ist in einer Anmerkung (welche aber A. Beyer nicht mit aufgenommen hat,) bei Gelegenheit eines auf Altväter Fundgrube durch einen verhaltenen Schuss getödteten Untersteigers gesagt: „das Bohren und Schiesen ist Anno 1613 von **Martin Weigeln**, Oberbergmeister zu Freiberg, erfunden worden und wurden anfangs Pflöcke dazu gebraucht, und in die Bohrlöcher gethan, seit etlichen 30 Jahren ist solches viel sicherer und leichter mit Letten verrichtet worden. Auch hat man nunmehro hiesiges Orts gewisse kleine Handböhrer introduzirt, durch welche die Häuer dem festen Gestein mit sonderlichen Vortheil grosen Abbruch thun können."

Eine Anmerkung eines alten Scholiasten *) zu **Rössler's** hellpolirtem Bergbauspiegel Buch III. Cap. 5. S. 62. §. 3. soll ebenfalls anführen: „dass vermöge eines im Concepte vorhandenen Berichtes an Churfürstl. Durchl. zu Sachsen unterm 30. Okt. 1613, von

*) Nach einer der gefälligen Mittheilungen des Herrn Berghauptmann Freiesleben.

Digitized by Google

Martin Weigeln, Oberbergmeister, erstattet, derselbe der Inventor von denen Böhrern seyn wolle und daher Churfürstl. Durchlaucht umb Ertheilung eines Privilegii dieserhalben ersuchet habe“ *). Ebenso nimmt H. Calvör (S. dessen historisch-chronologische Nachricht u. s. f. des Maschinenwesens und der Hülfsmittel bei dem Bergbaue auf dem Oberharze, Braunschweig 1763. Thl. II. S. 21.,) diess als richtig an, indem er der Bemerkung: dass das Bohren und Schiesen zuerst 1632 auf den clausthalschen Bergwerken aufgekommen sei, hinzufügt: dass er mit obiger Nachricht das nicht zusammenreimen könne, was Melzer (Christ. Melzer's erneuerte Stadt- und Berg-Chronik von Schneeberg, Schneeberg 1716. Buch I. tit. 25. S. 197.) melde, „dass der gemeine Bergbohrer, welcher zum Schiesen im festen Gestein verträglich, aus dem Harze in das Meissnische Obererzgebirge gekommen sei;“ noch das was Rössler, in seinem Bergbauspiegel Buch III. Cap. 5. §. 3. sage: „dass das Schiesen vormals Anno 1627 aus Ungarn in Deutschland hereinkommen, uffn Grösslass, sodann nach dem Hartz-Gebirge gebracht worden, u. s. f.“

Dagegen sagt Honemann — älter als Calvör (S. R. L. Honemann; die Alterthümer des Harzes, Thl. III. Clausthal 1755. §. 282. S. 174.) nur: dass das Schiesen im 1632sten Jahre von einem Unbekannten zuerst gezeiget worden sei, und verweist übrigens auf Rössler.

Dass eine wirkliche Anwendung des Bohrens und Schiesens in der Grube, zu Freiberg — und hier wohl zuerst in Sachsen, — erst 1643—1644 stattgefunden haben dürfte, scheint nach den, aus alten, freilich unvollständigen Acten zu entnehmenden Nachrichten kaum zu bezweifeln, sowie die Angaben von Honemann und Calvör einen frühern Gebrauch auf dem Harze nachweisen,

---

*) Dieser Bericht hat sich indess bis jetzt weder im Concepte noch im Originale wieder gefunden.

Digitized by Google

die von **Rössler** endlich, über einen solchen in Ungarn, durch eine Bemerkung in v. **Born's** Briefen über mineralogische Gegnnstände S. 192. unterstützt wird, nach welcher v. **Born** in einer Grube bei Dülln (ohnweit Schemnitz in Ungarn,) grose Bohrlöcher mit der daneben eingehauenen Jahrzahl 1637 gesehen habe. Ebenso wenig ist aber Ursache vorhanden, jene erstgenannten Nachrichten, welche **Martin Weigeln** die Erfindung zuschreiben, für grundlos zu halten.

Es ist nehmlich, schon vom allgemeinen Gesichtspunkte aus betrachtet, bekannt genug, dass viele Erfindungen, und zwar nicht allein bei dem Bergbaue, am Orte ihres Ursprunges ungünstig aufgenommen, daher in eine andere Gegend übergetragen, dort weiter ausgebildet wurden und von da erst wieder in ihr ursprüngliches Vaterland zurückkehrten *).

Dass diess gerade bei der Schiesarbeit mehr als bei einer anderen der Fall seyn konnte, liegt sehr nahe, weil solche selbst bei jener zweiten Einführung in Sachsen, noch so unvollkommen, so unbehülflich war, dass man sich noch eine ziemliche Reihe von Jahren jährlich auf wenige Schüsse beschränkte **), (Vergl. J. F. **Lempe** Magazin für die Bergbaukunde Thl. IX. S. 345. und **Baader** jun. in A. W. **Köhler's** bergmänn. Journal. Jahrg. III. Bd. 2. S. 539.) obschon letzterer Auf-

---

*) Man denke nur z. B. an die Stosheerde, die, sehr wahrscheinlich eine sächsische Erfindung, wenigstens in der Mitte des 18. Jahrhunderts zuerst auf dem Berggebäude **Halsbrückner Vereinigt Feld** in dem Freiberger Revier angewendet wurden, von hier nach Ungarn auswanderten, hier vervollkommnet, in Sachsen vergessen, dann aber nach Sachsen zurückgeführt und in Ungarn gegentheils bei Seite gesetzt wurden, bis sie auch da in der neuesten Zeit wieder aufgenommen worden sind.

**) In Freiberg wurden z. B. auf der Grube Hohe Birke obere 9. 10 Mas im Jahre 1644, nachdem das Schiesen auf derselben Grube im Quartal Luciae 1643 zuerst eingeführt worden war, 117 Pfund Pulver auf 57 Schüsse verbraucht. Im Jahre 1675 auf derselben Grube 3 Ctr., in dem ganzen Freiberger Revier 99 Ctr. 74¼ Pfund; im Jahr 1843 in demselben Revier dagegen 2439 Ctr. 25 Pfund.

Digitized by Google

satz unrichtige Schlüsse enthält; — auch sagt **Rössler** a. a. O. ausdrücklich, „ob es zwar etlicher Orten erstlich nicht angenehm gewest, weil man Verderbung der Gebäude dadurch besorget u. s. f.“ — Andererseits ist aber gerade in diesem Falle ein derartiger Vorgang zu Folge der persönlichen Lebensumstände Martin Weigel's noch wahrscheinlicher, indem er nicht nur wenige Jahre nach seiner Erfindung starb, sondern auch allem Vermuthen nach während seines Lebens in mehreren Verkehr mit dem Harze stand *). Wie leicht konnte es also seyn, dass er diese seine Erfindung, welche zuerst in Sachsen verschmäht wurde, der er auch sonach allmälig Eingang zu verschaffen nicht mehr Zeit hatte, seinen Freunden auf dem Harze mittheilte, was wahrscheinlicher ist, als dass sie zuerst von Ungarn dahin kam. Welchen Zusammenhang ihre Einführung übrigens mit Ungarn hatte, — wenn überhaupt ein solcher stattfand, ob sie sich dorthin mit gleichzeitig verbreitet oder daselbst ganz

---

*) **Martin Weigel**, wie sein Grabstein in der Domkirche zu Freiberg deutlich sagt, — nicht **Weigold**, wie ihn Einige fälschlich nennen, — geboren 1555 zu Schwarzenberg im sächsischen Erzgebirge, wurde mit dem zwölften Jahre auf den Harz geschickt, woselbst er zwölf Jahre in den Bergwerken arbeitete; einer, damals in Deutschland nicht ungewöhnlichen Art der Ausbildung künftiger Bergbeamten entsprechend, sich mehrere Jahre bei einem fremden Bergbaue aufzuhalten; welche Weise, verbunden mit der damaligen weit gröseren Wanderlust des ganzen Bergvolkes, auch den damals verhältnissmäsig weit engeren Zusammenhang des Bergbaues in verschiedenen Ländern und der Bergleute selbst unter einander, erklärt.

Nach seiner Rückkehr im Jahre 1582 wurde er in Schneeberg Steiger, 1590 Markscheider, 1593 Bergeschworner, 1595 Bergmeister in Annaberg, 1597 Bergverwalter und 1601 Oberbergmeister in Freiberg. Als solcher machte er 1613 seine Erfindung, starb aber schon 1618. (Vergl. J. S. **Grübler**, Ehre der Freibergischen Todtengrüfte, Leipzig 1731. Thl. I. S. 314 u. f. f.) Dass er sonach auf dem Harze Bekannte und Freunde besitzen, mit diesen auch später in Verbindung geblieben seyn mochte, ist sehr wahrscheinlich; dass er diesen seine Erfindung, als sie in Sachsen keine Aufnahme fand, mitgetheilt haben konnte, wenigstens leicht möglich; ebenso aber, dass dieselbe Erfindung in einem anderen Lande ganz selbstständig, noch einmal gemacht worden seyn kann.

Digitized by Google

neu und selbstständig gemacht worden war, darüber fehlt bis jetzt der Leitfaden.

Wir dürfen also desshalb immer noch Weigeln als den ersten Erfinder, wenigstens in Deutschland, ansehen.

Auf dem Harze wurde übrigens das Schiesen zuerst in Clausthal angewendet. — (Vergl. Honemann Alterthümer des Harzes Thl. III. §. 282. S. 175. — Calvör Thl. II. §. 4. S. 21.) später erst in Goslar. — (Vergl. Holzmann hercynisches Archiv S. 152.)

Weit später als in Deutschland wurde es in England und zwar durch einen Deutschen eingeführt; nach Hawkins etwa zu Anfange des 18. Jahrhunderts zuerst im östlichen Theile von Cornwall, von wo es in andere Gegenden überging; — (Vergl. Hawkins über den Zustand unserer Zinngruben zu verschiedenen Zeiten; in den Transactions of the royal geological society of Cornwall. vol. IV. p. 84. u. s. f. und H. T. de la Bèche, Report on the Geology of Cornwall, Devon and West Somerset; London 1839. p. 575.) — obschon nach Carne (über den Kupferbergbau in Cornwall; in den Transactions etc. vol. III. p. 39.) das Pulver bei dem englischen Bergbaue zuerst 1670 und zwar auf der Grube Ectonhill in Staffordshire angewendet worden seyn dürfte.

In Schweden wurde es ebenfalls durch deutsche Bergleute eingeführt, und zwar auf den Garpenberger Kupfergruben, aber nicht vor dem Jahre 1724, also weit später. Auf den Gruben zu Danemora noch später, nehmlich erst im Jahre 1729. (Vergl. J. F. L. Hausmann Reise durch Scandinavien; Thl. IV. Göttingen 1816. S. 334 und S. 90.)

§. 3. Diese Gewinnungsarbeit fand aber, wie schon aus dem Bisherigen zu ersehen und wie Rössler in der oben angeführten Stelle geradezu ausspricht, geringen, vielleicht in der ersten Erfindung gar keinen Eingang. Noch war sie in allen Theilen ihrer Ausübung zu unvollkommen, noch bestanden die Bohrer aus unbehülflichen Kolben- und Kronen-Bohrern (S. §. 11. dieser Abtheilung), plump nach ihrer Gestalt, noch plumper nach

Digitized by Google

ihren Masverhältnissen, schwerfällig in ihrer Handhabung, welche allemal eine grose Vorbereitung nothwendig machte; noch war das Pulver grob, wohl schlecht gearbeitet, daher man es ebenso in unverhältnissmäsig starken Ladungen anwendete, wie diess im Kriege geschah, wo man damals auch das Pulver nur in sehr grosen Massen wirksam zu machen glaubte welche die schweren Geschosse nur auf eine gar kleine Entfernung forttrieben; die ganze Arbeit war daher noch sehr kostspielig *); endlich traten auch wohl noch besondere Befürchtungen hinzu, gegründete wie die: dass der ohnehin gewöhnlich schlechte Wetterzug in den engen Grubenräumen dadurch noch mehr verschlechtert werden möchte; minder gegründete z. B., dass die mit dem Schiesen verbundene grose Erschütterung in den Bauen Brüche veranlassen könnte; was freilich bei so starken Ladungen wie die damaligen näher lag als jetzt.

Ein wesentlicher Fortschritt zu mehrerer Nutzbarkeit und daher Annehmlichkeit des Schiesens, war es daher schon, als Carl Zumbe im Jahre 1687 den bis dahin gewöhnlichen Verschluss des Bohrloches über dem Pulver mit Pflocke (S. §. 29. u. 46.) durch den mit Letten oder Thon — und zwar anfangs weichen, — zu ersetzen vorschlug und in Anwendung brachte. (Vergl. Calvör a. a. O. Thl. II. S. 23. §. 6. **). Eine

---

*) In Freiberg kostete, den Grubenregistern von 1643 und den folgenden Jahren nach, ein Leipziger Pfund Pulver 8, ja 9 ggr., und man brauchte auf einen Schuss 2 Pfund; das Bohren eines 40 Zoll tiefen Loches 16 ggr. 3 Pf., das Anstecken des Schusses 3 ggr. (Vergl. Beitrag zur Geschichte der Sprengarbeit in Sachsen, von Baader jun. in A. W. Köhler's bergmännischem Journale. Jahrgg. III. Bd. 2. S. 539. und Müller in J. F. Lempe, Magazin für die Bergbaukunde. Thl. IX. S. 345.)

**) Carl Zumbe, gebürtig aus Altenberg im sächsischen Erzgebirge, nicht zu verwechseln mit seinem Vater gleichen Namens, dem Amtsverwalter zu Altenberg, welcher sich ebenfalls viel mit Bergbau abgab, — hatte sich ganz der Bergwissenschaft gewidmet, auch desshalb fremde Länder bereist und sich sodann auf dem Harze aufgehalten, hier wurde er 1688 Hütteninspector, 1704 aber hessischer Berg-

zweite für die Gemeinnützigkeit des Schiesens noch wesentlichere Verbesserung aber war das Bohren mit schwächeren, einmännischen Böhrern, statt der vorhergebrauchten, zwei- und dreimännischen (S. §. 16.)

Diese Weise wurde, nach Calvör (Thl. II. §. 3. S. 21.) im Jahre 1720 bis 21 auf dem Harze eingeführt „wie in Sachsen", wo sie also schon angewendet worden seyn musste, wie diess auch die oben angeführte Notiz aus den Freiberger Ausbeutbögen vom Jahre 1715 nachweist, wenn aber erfunden ist unbekannt *).

Der dritte Hauptfortschritt endlich war der aus jenen folgende: dass man anfing mit Schiesen nicht nur vorher verschrämte Gänge zu gewinnen, sondern gleich von vorn herein aus dem Ganzen anzugreifen; — Schiesen aus dem Ganzen (S. §. 64). Ein Verfahren, welches in Sachsen erst in der Mitte des 18. Jahrhunderts aufkam **), anderwärts aber vielleicht schon früher.

Von da an wurde es die hauptsächlichste und allgemeinste Gewinnungsarbeit bei dem meisten Bergbaue, bei manchem die alleinige, und als solche immer weiter ausgebildet ***).

---

direktor zu Cassel und nachmals Bergrath. (S. Calvör a. a. O. und O. Meissner umständliche Nachricht von Altenberg (Dresden u. Leipzig 1749. S. 401.).

*) Doch möchte sie wohl mindestens schon im dritten Viertel des 17. Jahrhunderts angewendet gewesen seyn, da ihrer schon in B. Rössler's Bergbauspiegel, Buch III. Cap. V. §. 7. gedacht, der zwar erst im Jahre 1700 herausgekommen ist, aber schon weit früher geschrieben seyn muss, da der Verfasser schon 1673 als Bergmeister zu Altenberg in Sachsen gestorben ist. (S. C. Meissner umständliche Nachricht von Altenberg. S 323.)

**) In Freiberg, einer auf dem Thurmhofer Hülfsstolln eingehauenen Jahrestafel nach, vor Oertern wenigstens im Jahre 1767, in Abbauen wohl schon früher.

***) Gegentheils tauchten auch nach der Einführung des Schiesens, vielleicht befördert durch dessen anfängliche Umständlichkeit und Mangelhaftigkeit, wieder Vorschläge auf, das Schiesen durch Sprengen auf andere Weise zu ersetzen; so im Jahre 1683, (vier Jahre vor Zumbe's Erfindung,) wo ein gewisser Huthmann auf dem Harze vor-

§. 4. Die Einführung der Schiesarbeit bei dem Bergbaue, bildet in dessen Geschichte einen höchst wichtigen Abschnitt, mit ihm beginnt eine ganz neue Zeit; der Betrieb nimmt ebenso eine ganz andere Gestalt an, wie diess derselbe Fall bei dem Kriegswesen durch die Erfindung des Pulvers und der Geschütze gewesen war. Die unmittelbar durch die Kraft und Arbeit der Hände bewirkte Gewinnung tritt mehr und mehr zurück; die für sie nöthige Uebung und Geschicklichkeit verlieren sich, und zwar — mag auch jene Geschicklichkeit der oberflächlichen Beurtheilung des Unkundigen entbehrlich erscheinen, — weit mehr als wünschenswerth.

So wird der Betrieb allmälig in mehr als einer Hinsicht wohlfeiler, leichter. Während die Eisenarbeiten zum Theil — wesentlich die rein bergmännischen — von der Art sind, dass sie den Arbeiter bei Mangel an gehöriger Geschicklichkeit, gar nichts vor sich bringen, ihn völlig rathlos stehen bleiben lassen, so ist gegentheils mit dem Bohren und Schiesen, auch selbst durch den Ungeübteren und Ungeschickteren, ja Schwächeren, doch immer wenigstens noch etwas zu leisten möglich, wenn auch bei weitem nicht so viel als von dem Erfahrneren unter gleichen Verhältnissen *). Mancher Bergbau, der unter den früheren Verhältnissen mit den schwierigen, trotz der Geschicklichkeit der Häuer noch immer so wenig fördernden Gewinnungsarbeiten, bei den mit zuneh-

---

schlug: beim Abteufen einen durch Menschen gehobenen Stempel, nach Art einer Ramme, anzuwenden; und im Jahre 1717, das Erbieten eines gewissen Fritsch ebendaselbst, die Gewinnung durch stählerne Fimmel zu bewirken, die in dazu gebohrte Löcher zwischen eiserne Federn eingetrieben werden sollten. (Vergl. Hereintreibearbeit §. 17. S. 296. und §. 23. S. 305. S. übrigens H. Calvör Beschreibung des Maschinenwesens u. s. f. auf dem Oberharze. Thl. II. S. 29. §. 10. S. 29. §. 11.)

*) Diess macht sich besonders häufig bei dem Betriebe von Steinbrüchen aller Art bemerklich, welcher noch jetzt grösteutheils durch ganz ungeübte Tagelöhner mit Schiesen, freilich unbeholfen und schlecht genug, geführt wird, aber doch seinen Fortgang hat; dasselbe auch selbst bei manchem, nicht besser betriebenen Bergbaue.

Digitized by Google

mender Teufe und abnehmender Ergiebigkeit der Gruben, wachsenden Schwierigkeiten aller Art, nicht ferner hätte bestehen können, wurde nun mit Gewinn fortgeführt, mancher schon zum Erliegen gekommene nunmehr neu aufgenommen.

In neuerer und jetziger Zeit ist es besonders noch das Feuersetzen, welches bei mehrerem Bergbaue auf sehr festem Gesteine dadurch sehr wesentlich unterstützt oder selbst allmälig ganz ersetzt wird, wie es diess bei minder festem Gesteine schon früher wurde.

Endlich aber ist auch durch die Einführung des Bohrens und Schiesens ein groser Gewinn für die Erhaltung der Gesundheit der Arbeiter erlangt worden, denn der stete Aufenthalt in der, bei der Schlägel- und Eisen- wie auch der Hereintreibe-Arbeit unvermeidlich erzeugten Masse von Gestein- und Erzstaub war es, welcher bis dahin die Bergsucht zu einer so gewöhnlichen Krankheit, die Häuer selbst oft schon bei 30 Jahren elend, siech, bergfertig machte, kaum ein Alter von 50 Jahren erreichen, geschweige denn überdauern liess.

§. 5. Seitdem aber das Bohren und Schiesen jene obengedachte mehrere Allgemeinheit erlangte, hat dasselbe nach und nach mehrfache Veränderungen und Verbesserungen erhalten, von denen einige der wichtigsten schon in §. 3. genannt wurden; mit vielen anderen sind wenigstens Versuche angestellt worden, was in weit gröserer Ausdehnung als bei anderen Gewinnungsarbeiten möglich war, weil die ganze Handhabung der Arbeit in eine grösere Anzahl von Abtheilungen zerfällt als irgend eine andere, deren jede wieder besondere Gezähe, Hülfsmittel, Handgriffe und Rücksichten erfordert.

Die wesentlicheren dieser Versuche und Fortschritte, sollen in, soweit möglich, vollständiger Reihenfolge im Verlaufe dieses Abschnittes aufgeführt werden.

§. 6. Geeignet ist das Bohren und Schiesen ursprünglich für die Gewinnung von festem, jedoch auch von sehr festem, andrerseits aber auch von gebrächem Gestein, in den verschiedensten Abstufungen, und überall wo man auf die Gewinnung gröserer Stücke mit einem

Digitized by Google

Male hinarbeiten kann und will, ohne dass es doch auf Regelmäsigkeit derselben, noch Gestalt und Gröse ankommt. Der Erfolg wird freilich noch weit verschiedener seyn, als bei den übrigen Gewinnungsarbeiten, sowohl je nach der eigenthümlichen Beschaffenheit, dem Grade der Gewinnbarkeit der Massen, als auch nach der Oertlichkeit, der Gestalt und Gröse der Räume u. dergl.; sehr grose Festigkeit wird ihn ebenso, obschon aus einem anderen Grunde, verringern, als grose Zerklüftung im Einzelnen — Kurzklüftigkeit, — wie denn auch überhaupt bei sehr gebrächem und bei mildem Gesteine diese Arbeit meistentheils eine Verschwendung von Kraft und Kosten seyn würde, weil dessen Gewinnung durch eine richtig angewendete andere reine Handarbeit wohlfeiler erlangt werden könnte.

Gezäh, Geräth und sonstiger Bedarf zum Bohren und Schiesen.

§. 7. Die Gezähe und Hülfsmittel, die bei der Bohr- und Schies-Arbeit nöthig sind, oder wenigstens Anwendung gefunden haben, sind folgende:

A. Gezähe.

1) Der Bohrer, 2) das Bohrfäustel, 3) der Krätzer, 4) der Stampfer, 5) die Räumnadel, 6) die Scheere oder Kluppe, 7) der Lettenbohrer, 8) der Schlüssel.

B. Geräth und andere Hülfsmittel.

9) Der Bohrdeckel, 10) der Bohrlappen, 11) der Bohrtrog, 12) das Pulver, 13) die Patrone, 14) der Schiespflock, 15) der Besatz, 16) der Zünder nebst Zubehör, 17) die Bohrlehre, 18) das Schieseisen, 19) die Schiesspreitze.

Nächstdem verschiedene, anderen Gewinnungsarbeiten entlehnte Hülfsgezähe. Hierzu können endlich noch in einzelnen Fällen besondere Hülfsmittel und Apparate kommen, von denen an ihrem Orte zu handeln seyn wird.

Digitized by Google

§. 8. Der Bohrer, Tafel VII. Fig. 1. bis 25. ist natürlich für die Herstellung des Bohrloches der wesentlichste und wichtigste Theil.

Er besteht aus einer geraden Stange a, von Eisen oder Stahl, an deren einem Ende der Kopf b als der arbeitende Theil sitzt, während das andere meistentheils in eine Bahn c endigt, wie Fig. 1. 10. 13., jedoch finden sich hiervon auch Abweichungen, wie Fig. 23. 24.

Der wichtigste Theil des Bohrers selbst ist natürlich wieder der Bohrkopf b, als der arbeitende Theil, untergeordneter die Bohrstange l.

Der Bohrkopf muss so eingerichtet seyn: 1) dass das Abbohren mit Aufwendung der verhältnissmäsig kleinsten Kraft möglichst schnell gefördert, 2) das Bohrloch rund, 3) der Kopf dabei nicht zu schnell abgestumpft wird, und 4) leicht neu hergestellt oder wieder in Stand gesetzt werden kann. Diese Bedingungen werden erfüllt, a) durch seine Gestalt und Einrichtung, b) seine Masverhältnisse, c) durch das dazu angewendete Material nach Art und Beschaffenheit. Nicht leicht ist es jedoch möglich allen Erfordernissen zugleich und in gleicher Vollkommenheit zu genügen.

Die Bohrstange soll 1) die Kraft leicht und vollständig auf den Kopf übertragen, 2) den Bohrer fest und sicher in der richtigen Lage erhalten, ihn bequem regiren lassen. Auch diess wird erreicht a) durch ihre angemessene Länge und Stärke, b) durch das dazu angewendete Material, c) durch die Gestalt ihres Queerschnittes.

§. 9. Der Bohrkopf. Nach der Art der Wirkung desselben sind zwei Hauptclassen zu unterscheiden: I. diejenigen, welche durch Zermalmen des Gesteines arbeiten, durch Schlag oder Stos getrieben werden, II. diejenigen, welche das Gestein ausschneidend vordringen, drehend behandelt werden. Letztere sind nur ausnahms- und versuchsweise angewendet, erstere hingegen die fast alleinigen. Jene ersteren zerfallen in zwei wesentlich verschiedene Classen:

1) die breiten, meiselförmigen Köpfe;

Digitized by Google

2) die kolbigen Köpfe.

Zu ihnen kommen noch einige 3) Uebergänge und Abarten beider.

§. 10. Die Bohrer mit meiselförmigen Köpfen; Meiselbohrer, Taf. VII. Fig. 1. A. B Seiten-, C. obere Ansicht; Fig. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 9. Seiten-Ansicht. — Wie schon im vorigen §. gesagt wurde, besteht die Eigenthümlichkeit dieses Bohrkopfes in einer breiten, meiselförmigen Schneide, mit einer einzigen Schärfe. Die zweckmäsigste Gestalt der letzteren in der Seitenansicht, scheint die etwas bogenförmige, nach einem sehr grosen Halbmesser gekrümmte zu seyn, wie Fig. 1., weil sich hier die gröste Wirkung des den Bohrer treibenden Schlages oder Stoses in der Mitte vereinigt, ohne doch die Angriffslinie merklich und unnöthig zu vergrösern, daher das Bohren am schnellsten fördert; sowie auch die Axe des Bohrers dadurch zugleich mehr in der des Bohrloches erhalten, letzteres nicht so leicht krumm wird.

Dennoch sind, durch Gewohnheit und Vorurtheil bei vielem Bergbaue die geraden Schneiden beibehalten worden, wie Fig. 2. Das was ihnen von ihren Vertheidigern als Vortheil angerechnet wird: dass der Angriff mit der ganzen Schneide gleichzeitig und gleichförmig erfolge, diese sich daher auch gleichmäsig abstumpfe, ist eher ihr Mangel, weil erfahrungsmäsig, wie schon erwähnt, ein zum gröseren Theile in einem bestimmten Punkte und zwar am Besten der Mitte, vereinigter und somit hier vorausschreitender Angriff, mehr leistet, als ein auf mehreren Punkten gleichzeitig stattfindender: ein Grundsatz, den man bei diesem, wie bei dem Erd-Bohren, theilweis auf besondere Art noch weiter zu verfolgen gesucht hat. (S. unten §. 12.) Ueberdiess werden bei diesem Bohrer ebendesshalb die ohnehin zur Abnutzung mehr geneigten Ecken schneller abgestumpft, in Folge dessen wieder das Bohrloch schneller an Weite abnimmt; gegentheils mag vielleicht bei ihnen ein etwas geringerer Grad von Geschicklichkeit erforderlich seyn, um das

Digitized by Google

Bohrloch gehörig rund und gerade zu erhalten, als bei jenen ersten.

Auf dem Harze will man selbst durch Versuche gefunden haben, dass die geraden den kreisförmigen und den gebrochenen Schneiden vorzuziehen seien. (Vergl. C. Zimmermann, das Harzgebirge. Thl. I. Darmstadt 1834. S. 362.) wobei indess noch die Frage aufgeworfen werden kann, ob die Schneide wirklich ganz gerade, oder nur nach einem sehr flachen Bogen gekrümmt war.

Ein geradezu entgegengesetzter Grundsatz als bei den ersten, ist aber bei denjenigen durchgeführt, bei welchen die Schneide concav, einwärts gekrümmt ist, wie in Fig. 3., dem sogenannten Schwalbenschwanzbohrer, bei dem die beiden Ecken den Umfang des Bohrloches ausarbeitend, vorausgehen, während die Mitte nachfolgt; erstere werden sonach bei ihnen noch schneller verschlagen; an den Orten wo man sie versuchsweise anwendete, hat man sich daher meistentheils ihrer sehr bald wieder entledigt. Um diesem Mangel wenigstens einigermasen abzuhelfen, hat man sie als sogenannte Klauenbohrer dargestellt, wie Fig. 4. d. h. Meiselbohrer mit gerader Schneide, welche aber in der Mitte ausgehauen ist.

Diese Bohrer eignen sich noch am Besten dazu, ein unrundes Bohrloch wieder in Ordnung zu bringen: man hat sie desshalb in einigen Gegenden, z. B. in Steiermark, und nach dem dortigen Vorgange im Rammelsberge bei Goslar, mit geraden Meiselbohrern zusammen angewendet, indem man abwechselnd mit dem einen und mit dem anderen ein Stück bohrte, ist jedoch bald wieder davon zurückgekommen.

Der nach Burkart (S. dessen Aufenthalt und Reisen in Mexico, Thl. II. S. 243.) in Mexico noch viel angewendete Gaissfus würde mit dem Klauenbohrer ein und derselbe zu seyn scheinen, wenn er nicht, wenigstens der Beschreibung nach „zwei parallele Schneiden" hätte, etwa wie Fig. 8., was freilich eine noch unbrauchbarere Gestalt geben würde. — Ebenso wenig zweckmäsig ist aber gegentheils auch eine zu grose Krüm-

Digitized by Google

mung der Schneide, nach einem zu kleinen Halbmesser, wie Fig. 5. (wie solche z. B. nach v. Oeynhausen unter den Bohrern in der Mark vorkommt, (S. dessen Beschreibung der bei dem märkischen Steinkohlenbergbau gebräuchlichen Gezähe, in Karsten Arch. f. Bergbau u. s. f. Bd. V. S. 292 u. s. f.) ausserdem auch in Mexico, Spanien und in minderem oder mehrerem Grade noch in manchen anderen Bergwerksländern; oder gar wie Fig. 6. — Gestalten, welche nur etwa auf sehr milde und gebräche Massen anwendbar sind und, wie es scheint angewendet werden, wie namentlich Steinkohlen. Bei ihnen ist die Verfolgung des Grundsatzes, die Mitte vorausgehen zu lassen, wieder zu weit über die richtige Grenze hinaus ausgedehnt, indem hier die Mitte fast allein arbeiten muss, in allen übrigen Theilen die der Axe der Bohrstange nach wirkende Kraft nach ganz verschiedenen Richtungen zerlegt werden muss und dadurch versplittert wird, das Bohrloch übrigens weit leichter krumm werden kann, indem bei der stets stark concaven — hohlkugelartigen — Grundfläche desselben eine unrichtige Stellung des Bohrers durch das Gefühl nicht so leicht bemerkbar ist.

Brauchbarer würden daher, wenn man einmal die Mitte so stark vorausgehen lassen will, die von v. Oeynhausen als in der Mark sehr häufig gebraucht bezeichneten, auch u. A. in Nayag in Siebenbürgen üblichen — (Vergl. v. Oeynhausen a. a. O. S. 193. und J. Grimm praktische Anleitung zur Bergbaukunde. Wien 1839. S. 86. Hauptstück III. Cap. 1. §. 91.) — Bohrer mit einer geradlinigen aber gebrochenen Schneide seyn, welche aus zwei unter einem sehr stumpfen Winkel in der Mitte zusammenstehenden Hälften besteht; — S. Fig. 7. A. B. Seiten-, C. obere Ansicht — auch sie setzen aber ein sehr gebräches Gestein voraus, wie z. B. in Nayag der Grünsteinporphyr ist.

Im übrigen sind alle Meiselbohrer zwar, wie alle Bohrerköpfe, breiter als die Bohrstange zu machen, sowohl um dieser nicht unnöthige Stärke geben zu müssen, als auch selbst bei schmäleren Köpfen und engeren

Digitized by Google

Bohrlöchern Kopf und Stange nicht einklemmen zu lassen, — jedoch dürfen sie auch nicht in den Ecken zu breit ausgezogen werden, wie etwa Fig. 9., weil diess eine zu schnelle Abnutzung und in gleichem Grade Verengung des Bohrlochs verursachen, auch wegen der weit geringeren Stärke der Bohrstange den Bohrer schwerer in der gehörigen Richtung halten lassen würde.

Nächstdem muss die Schneide auch gerade die richtige Schärfung haben. Ist sie zu stumpf, bilden also die Seitenflächen einen zu grosen Winkel mit einander, so rückt die Arbeit zu langsam vorwärts; ist sie zu scharf, so stumpft sie sich entweder zu schnell ab oder bricht gar aus. Daher würde streng genommen, der Grad der Schärfung eigentlich der Festigkeit des Gesteins anzupassen seyn, obschon zu stumpfe Schneiden auch im festesten Gestein nicht soviel durch längere Dauer nützen, als durch geringe Leistung schaden würden.

Eine 60 oder gar mehr, bis 90 Grad betragende Neigung der Seitenflächen gegen einander, wie letztere u. A. die von dem Bergrath S. Sandel in den Abhandlungen der königl. schwed. Academie der Wissenschaften, übersetzt von Kästner, Bd. XXXI. Jahrg. 1769. S. 282 u. s. f. als in Schweden gebraucht beschriebenen Bohrer haben, wird auch bei dem festesten Gestein nicht zweckmäsig seyn.

Am besten lässt man die Seiten flach gewölbt, etwas (aber nicht zu viel) kolbig, zusammenlaufen, wie Fig. 1. B., obschon an manchen Orten an die Wölbung unten erst noch besonders zwei ebene Flächen angesetzt sind, welche die eigentliche Schneide bilden. (Vergl. Fig. 7. und das von v. Oeynhausen a. a. O. über das märkische Gezäh Gesagte.) Je gebrächer das Gestein, desto schärfer (geschleifiger) kann der Kopf seyn.

Der Meiselbohrer ist unter den einfachen Bohrern der neueste. Die Zeit seiner ersten Erfindung ist nicht genau bekannt; auf dem Harze soll er zuerst in den Jahren 1749—1750 durch ungarische Bergleute eingeführt worden seyn, (Vergl. C. W. J. Gatterer Anleitung

den Harz zu bereisen; Thl. III. Göttingen 1790. S. 373. §. 365.) doch muss er wohl nur sehr allmälig Eingang gefunden haben, weil Calvör in seiner Beschreibung des Maschinenwesens u. s. f. auf dem Oberharze, von 1763, ihn Thl. II. §. 2. unter den Bohrern gar nicht erwähnt; ebenso wenig thut diess J. G. Kern in seinem 1740 abgefassten Berichte vom Bergbau, wohl aber v. Oppel in dessen 1769 zuerst zum Drucke beförderter vermehrter Ausgabe, woraus zu folgern, dass jener Bohrer auch in Sachsen 1740 noch nicht bekannt, 1769 aber eben noch nicht allgemein angewendet wurde *). Dagegen ist er schon erwähnt in der schriftlichen kurzen Anweisung zu Sprengung fester Steinfelsen. Eisenach 1759. — Der Meiselbohrer gewährt den Vortheil, den Angriff und dessen Wirkung in eine einzige Schneide zusammenzudrängen, daher die Arbeit schneller zu fördern; er ist einfach in der Gestalt, lässt sich daher leicht anfertigen und schärfen, ist auch auf sehr festem Gestein und da noch anwendbar, wo die Bohrer mit kolbigen Köpfen gar nicht fördern; dagegen erfordert sein Gebrauch die meiste Geschicklichkeit, eine sichere und feste Führung, weil sonst das Bohrloch leicht unrund, eckig, oder selbst krumm wird.

§. 10. Die Bohrer mit kolbigen Köpfen, sind A. die Kolbenbohrer und B. die Kronenbohrer.

Die Eigenthümlichkeit, welche beide gemeinschaftlich haben, ist eine kolbenförmige Gestalt von regelmäsig vier-, selten drei-, noch seltener noch mehrseitiger Grundfläche; wesshalb oft beide in eine Classe geworfen und zwar als Kronenbohrer bezeichnet werden.

A. Der Kolbenbohrer Taf. VII. Fig. 10. 11. A. Seiten-, B. obere Ansicht. — Die Ecken der Grundfläche des eben beschriebenen kolbenförmigen Kopfes a,

---

*) F. C. Cancrin sagt in seiner Beschreibung der vorzüglichsten Bergwerke u. s. f. Frankfurt a. M. 1767. S. 292. Stück 15. Cap. I. §. 10. dass bei dem Freiberger Bergbaue lauter Kolbenbohrer gebraucht würden.

sind durch Aushöhlen der dazwischen liegenden Seiten zu Spitzen minder oder mehr scharf ausgezogen, zwischen denen sich die Mitte der Grundfläche ebenfalls zu einer stumpfen Spitze erhebt. Der Kopf wirkt sowohl mit diesen Spitzen als auch mit den stumpfen Kanten, welche die mittlere mit den äusseren verbinden und durch jenes Aushöhlen der dazwischen liegenden ursprünglichen Pyramidenflächen mehr hervortreten. Je gröser der Durchmesser des Bohrloches ist, desto mehr Seiten, also auch Ecken kann wohl die Grundfläche bekommen, um auf diese Weise die Anzahl der Angriffspunkte zu vergrösern, desto stumpfer hingegen fallen dessen Ecken und die sie verbindenden Kanten aus, wenn der Durchmesser des Bohrloches derselbe bleibt; man müsste denn die Ecken schärfer ausziehen, was wieder eine noch abgesondertere Stellung und dadurch eine schnellere Abnutzung derselben zur Folge haben würde, als unter einem ähnlichen Verhältnisse bei dem Meiselbohrer.

Weniger als vier Ecken, also drei, zu geben wie **Fig. 11.**, scheint nicht rathsam; es sind zu wenig um die nachher zu bezeichnenden Vortheile des Kolbenbohrers, zuviel um die eines Meiselbohrers zu gewähren*).

In einer anderen Weise hat man wohl auch den Kolbenbohrer durch zwei einander kreuzende, gebrochene Schneiden, oder überhaupt durch stärkeres und schärferes Hervortreten der die Ecken mit der Mitte verbindenden Kanten, dargestellt, wie **Fig. 12. A.** Seiten-, **B.** obere Ansicht, wobei die Ecken in ihrer Wirksamkeit zurücktreten, und der Hauptheil der Arbeit durch die Schneiden verrichtet wird. Man nennt dergleichen Bohrer wohl Kreuzbohrer, (Vergl. v. Oeynhausen a. a. O. in Karsten Archiv f. Bergbau. Bd. V. S. 293.)

---

*) Bei den im Jahre 1828 mit dreikantigen Bohrern bei dem Freiberger Bergbaue, auf Veranlassung der vortheilhaften Anwendung, die sie im Würtembergischen gefunden haben sollten, angestellten Versuchen leisteten sie nur beinaheso viel als die Meiselbohrer, kosteten aber dreimal so viel auszuschmieden. (Vergl. Kalender für den sächs. Berg- und Hütten-Mann auf das Jahr 1830. S. 150.)

Digitized by Google

jedoch gehört der eigentliche Kreuzbohrer zu den Kronenbohrern, indem seine Mitte sich nicht erhebt, die Schneiden vielmehr in einer Ebene liegen. (Vergl. unten Fig. 15.) — Somit arbeitet der Kolbenbohrer in der Grundgestalt allemal mit der mittleren Spitze voraus, mit den Ecken am Umfange hinterher.

B. Der Kronenbohrer, Taf. VII. Fig. 13. 14. 15. A. Seiten-, B. obere Ansicht, unterscheidet sich ursprünglich und eigentlich von dem Kolbenbohrer nur dadurch: dass die Mitte der Grundfläche sich nicht zur Spitze erhebt, sondern eher in die Masse des Kolbenkörpers zurückzieht, vertieft, so dass nur die Ecken an der Umfläche und demnächst die von ihnen nach der Mitte zusammenlaufenden Kanten arbeiten, die Mitte aber nachfolgt; höchstens fällt die letztere mit den Ecken in eine und dieselbe Ebene, wie in Fig. 14. 15. Werden die Ecken durch (zwei) einander kreuzende wirkliche Schneiden verbunden, so giebt diess, wie schon oben erwähnt wurde, den eigentlichen Kreuzbohrer (Fig. 15.).

Kolben- und Kronen-Bohrer gewähren durch die grösere Anzahl der in der Um- und Grund-Fläche vertheilten Angriffspunkte den Vortheil, das Bohrloch weit leichter rund darstellen und erhalten zu können, sie nutzen sich auch in den Ecken minder schnell ab, weil sich der Angriff auf mehrere Punkte vertheilt, lassen daher bei festem Gestein das Bohrloch auch wohl weniger schnell am Durchmesser abnehmen, als diess bei den Meiselbohrern der Fall ist; hingegen haben sie den Mangel einer weit gröseren Kraftanstrengung zu bedürfen und dennoch die Arbeit langsamer zu fördern, weil eben die Kraft auf zu viele Punkte auf einmal versplittert wird; ja nicht einmal eine zweckmäsige Gestalt des arbeitenden Theiles zuzulassen. Je mehr man aber die letzteren Uebel zu beseitigen sucht, desto gekünstelter wird die Herstellung dieser schon an und für sich schwerer richtig auszuschmiedenden und zu schärfenden Bohrköpfe. Zu scharf dürfen auch bei ihnen die Ecken nicht ausgezogen seyn, weil sie sonst desto leichter abgestumpft werden, ohne doch wegen ihrer mangelhaften Stellung

Digitized by Google

ausserhalb der Richtung des Schlages, der Axe der Stange nach, viel zu fördern, wogegen Gestalten wie Fig. 14. und 16. der Erfahrung nach vortheilhafter sind. — Sehr breite Köpfe sind etwa in solchen einzelnen Fällen nicht ohne Nutzen, in denen man nur ein vorläufiges Ebnen einer Fläche, insbesondere bei überdem ungewisser Führung des Bohrers, z. B. unter Wasser, beabsichtigt. (Ueber einen solchen Fall vergl. F. von den Bergh, die Felsensprengungen im Rhein bei Bingen, Koblenz 1834. S. 32.)

Kolben- und Kronen-Bohrer sind die ältesten, welche man von der ersten Einführung an über 100 Jahr lang allein anwendete (S. oben §. 10.) und erst von da an allmälig gegen die Meiselbohrer vertauschte; ja sie sind selbst noch älter als die ganze Schiesarbeit, denn man bediente sich ihrer schon vorher hier und da bei der Hereintreibearbeit, an Orten wo die Keile in runde Löcher eingesetzt wurden, um die Löcher zu bohren. (Vgl. die Hereintreibearbeit §. 17. und Hawkins in den transactions of the roy. geolog. soc. of Cornwall. vol. IV. p. 85.)

Es scheint sogar, dass man anfangs und auch später Kolben- und Kronen-Bohrer gemeinschaftlich in der Weise anwendete, dass man abwechselnd bald mit dem Kolbenbohrer in der Mitte vorausging, bald mit dem Kronenbohrer an der Umfläche nachbohrte u. s. f. (Vergl. B. Rössler hellpolirter Bergbauspiegel Buch III. Cap. 5. §. 20. und: Bericht vom Bergbau, Freiberg 1769. Abschn. II. Cap. I. §. 143. Anm. Seite 56.)

Betrachtet man in noch aufgefundenen Exemplaren die plumpe und ungeschickte Form jener alten Bohrer, welche Form sich auch nachmals und bis jetzt nur wenig hat vervollkommnen lassen; erwägt man die umständliche und unbehülfliche Handhabung derselben in jener Zeit (S. unten §. 39) so ist es freilich schon dadurch erklärlich, dass die Bohr- und Schies-Arbeit anfangs so schwer, vielmehr zu verwundern, dass sie überhaupt Eingang fand und umgekehrt daraus dass diess dennoch geschah, zu schliessen wie mühselig und von

Digitized by Google

geringem Erfolge die Hereintreibearbeit mit Keilen u. s. F. gewesen seyn musste, an deren Stelle sie trat, dass jene doch noch mehr Vortheil gewähren konnte. *)

Dennoch haben Herkommen und Ungeschicklichkeit der Arbeiter diese Bohrer selbst bis jetzt noch bei manchem Bergbaue, bisweilen mitten unter Meiselbohrern — so z. B. auf mehreren Eisensteingruben des sächsischen Erzgebirges, — vornehmlich aber in Steinbrüchen, beibehalten lassen, weil eben bei ihnen zwar eine weit grösere Anstrengung, dagegen aber nur eine geringere Geschicklichkeit nothwendig ist, um etwas zu leisten als mit dem Meiselbohrer.

Nächst dem können auch bei geregeltem, vernunftgemäs geführten Bengbaue Fälle vorkommen, in denen Kolben- und Kronen-Bohrer den Meiselbohrern vorzuziehen sind; z. B. da wo das zu bohrende Gestein auch im Einzelnen von sehr ungleichem Zusammenhange, verschiedener Festigkeit ist, z. B. ein minder festes Gestein von kleineren und gröseren sehr festen Quarz- und Hornstein-Knoten oder Lagen durchzogen; zerfressener Quarz und dergl. in welchem es mit gröster Mühe schwer ist, mit dem Meiselbohrer das Loch rund und gerad zu erhalten; sehr zerklüftetes Gestein, wenn in demselben überhaupt mit Bohren und Schiesen gearbeitet werden soll. (Vergl. u. A. I. C. Freiesleben. Bemerkungen über den Harz. Thl. I. Leipzig 1795. §. 508. S. 231.)

Ferner da wo man der Oertlichkeit zufolge aus gröserer Entfernung, daher mit sehr langen Bohrern bohren muss, die man desshalb nicht so sicher führen kann wie bei Meiselbohrern nöthig ist; wie z. B. beim Nachschiesen der ganzen Förste zwischen zwei Etagen im Stahlberge bei Müsen, am Niederrhein, oder beim Bohren auf dem Grunde von Wasser. (Vergl. F. van den Bergh. a. a. O. S. 32.) Dann auch zum ersten Anfangen

---

*) Andeutungen von der Schwierigkeit und dem oft geringen Erfolge des Hereintreibens durch Keile giebt Rössler in seinem Bergbauspiegel Buch III. Cap. 5. §§. 21. 22.

Digitized by Google

von Bohrlöchern in sehr festen Massen, wo sich der Kronen- oder auch Kolben-Bohrer, besonders ersterer, an der Umfläche arbeitend, gut eignet einen festen Fus beim ersten Angriffe fassen zu lassen, welchen dann der Meiselbohrer fortführt, wie z. B. auf dem Harze, früher und theilweis bis vor nicht langer Zeit im sächsischen Erzgebirge u. a. a. O. während sie zu fortgesetzter und durchgängiger Anwendung, auf gebrächem Gestein immer noch eher etwas fördern, als auf festem, nicht aber umgekehrt, wie man ehemals glaubte und noch jetzt wohl hier und da zu glauben scheint. Endlich bedient man sich auch des Kolbenbohrers um eckige Bohrlöcher wieder rund herzustellen, (Vergl. u. A. v. Oeynhausen, über das bei dem märkischen Steinkohlenbergbaue angewendete Gezäh, in Karsten Archiv. für Bergbau Bd. V. S. 295 und H. von Villefosse, Mineralreichthum, übersetzt von C. Hartmann, Bd. II. (1822) S. 99.,) obschon bei einem Bergbaue selten und nur unter besonderen unveränderlichen Umständen zweierlei Arten von Bohrern für dauernden Gebrauch gehalten werden.

§. 12. Ausserdem giebt es auch noch manche Abänderungen und Uebergänge der in den vorigen §§. beschriebenen Arten von Bohrerköpfen, welche theilweis bleibende, theilweis nur versuchsweise Anwendung gefunden haben. Einige der wesentlichsten sind folgende:

1.) Eine Verbindung von Meisel- und Kolben-Bohrern, — Taf. VII. Fig 17. A. Seiten-B. vordere, C. obere Ansicht, — welche vornehmlich in Schweden angewendet wurden, theilweis, so z. B. in den Gruben von Danemora, unter den Namen Kronenbohrer noch werden. (Vergl. S. Sandel in den Abhandlungen der k. schwed. Akademie der Wissenschaften, übers. v. Kästner, Bd. XXXI. Jahrgang 1769. S. 284. u. s. f. und I. F. L. Hausmann, Reise durch Scandinavien Thl. IV. Göttingen 1816. S. 90.) — haben einen kolbigen Kopf von länglich vierseitigem Querschnitte, über welchem sich ein dreiseitiges Prisma mit nach oben abgeschrägten Endflächen erhebt, dessen obere Kante die

Schneide des Bohrers bildet. Zuweilen ist dieselbe selbst einwärts gekrümmt (Vergl. Sandel, a. a. O.). Dieser Bohrer, welcher Kronenbohrer genannt wird, aber freilich mit dem eigentlichen Kronenbohrer wenig Aehnlichkeit besitzt, hat den wesentlichen Mangel dass seine Schneide, — welche eigentlich der allein arbeitende Theil ist, indem die von ihr herablaufenden stumpfen Kanten eben so wenig etwas leisten können als die vier Ecken der Grundfläche, — weit schmäler ist als der Kopf und somit der Durchmesser des damit abzubohrenden Loches, sonach mit groser Kraftversplitterung nur sehr langsam arbeiten kann; *) eine concave Schneide hat aber denselben Nachtheil den alle Schwalbenschwanzbohrer haben. (S., oben §. 10).

2) Als Uebergang des Kolbenbohrers in den Meiselbohrer stellt sich der bei dem Steinsalzbergbaue zu Dieuze in Frankreich angewendete dar, — Taf. VII. Fig. 18. A. Seiten-B. obere Ansicht, — (Vergl. Annales des mines 3. ser. t. VI. 1834 p. 149.) Es ist ein Kolbenbohrer, aber von verschoben vierseitiger Grundfläche, dessen eine Diagonale sonach weit kleiner ist als die andere. Schneller als ein gewöhnlicher Kolbenbohrer dürfte er wohl arbeiten.

3) Eine andere Veränderung des Kolbenbohrers stellt der sogenannte Trichterbohrer dar, dessen sich Cochius zum Bohren unter Wasser bediente. (Vergl. Sammlung nützlicher Aufsätze und Nachrichten, die Baukunst betr. Jahrgang 1795. Thl. II. Berlin. S. 78) Er bestand — Fig 19 A. Seiten-obere Ansicht, — aus einem sehr lang gezogenen Kolbenbohrer von lanzenspitzenförmigem Profile und ziemlich quadratischem Querschnitte, die Kanten abgerundet. Er war für einen beschränkteren Zweck: zum trichterförmigen Ausbohren der oberen

---

*) Die damit angestellten Versuche zur Vergleichung mit ordentlichen Meiselbohrern wiesen diess auch nach, indem mit letzteren, bei einem Verbrauche von 14 und 18 Bohrern, 4 und 6½ Ellen abgebohrt wurden, wo die obigen, mit einem Verbrauche von 30 bis 40 Bohrern nur 2 bis 4 Ellen gaben. (Vergl. Sandel a a. O. S. 303.)

Digitized by Google

Mündung eines schon hergestellten Bohrloches, bestimmt, obschon auch der von Cochius zum eigentlichen Bohren angewendete Kolben-Bohrer schon mit einem sehr hohen pyramidalen Kopfe versehen war. Zum ersten Anfangen eines Bohrloches unter Wasser fand übrigens in neuerer Zeit, Van den Bergh, obigen Trichterbohrer ungeeignet. (S. dessen Felsensprengungen im Rhein bei Bingen. Koblenz 1834. S. 31.)

4) Meiselbohrer mit abgesetzter Schneide, Fig. 20 und Kolben-Bohrer mit stark ausgezogener mittlerer Spitze, Fig. 21.

So wie bei dem eigentlichen zur Untersuchung von Gebirgen, Aufsuchung von Quellen u. dergl. dienenden Erdbohrer, nachdem die Erfahrung gelehrt hatte dass es nicht nur in mehrseitiger Hinsicht sicherer sei, sondern auch unter übrigens gleichen Umständen eher einen geringeren als gröseren Aufwand von Kraft und Zeit erfordere, ein Bohrloch von gröserem Durchmesser zuerst eng zu bohren und dann erst zu erweitern, man dieses Verfahren dadurch zu vereinfachen und zu vervollkommnen suchte, dass der Bohrkopf mit dem mittleren Theile vorausgehend, und so das Bohrloch enger bohrend, dasselbe in unmittelbarer Folge mit den Seiten erweiterte: so hat man diess auch bei den engen Bohrlöchern für die Schiesarbeit versucht, und hierzu theils Meiselbohrer mit abgesetzter, in der Mitte vorausgehender Schneide, theils Kolbenbohrer mit stark ausgezogener mittlerer Spitze angewendet, dabei auch im Einzelnen sehr verschiedenartige Abänderungen der Masverhältnisse der einzelnen Theile gegen einander versucht. *) Am besten sollen sich bis jetzt, wie es auch in der Natur der Sache liegt, die Meiselbohrer, wie Fig. 20, bewährt haben. **)

---

*) Sehr ausgedehnte Versuche dieser Art hat man in neuester Zeit bei dem Bergbaue zu Nayag in Siebenbürgen angestellt.

**) Letzterer Art der Bohrer: mit in der Mitte stark ausgezogenem Oertchen, bediente man sich schon zu Anfange dieses Jahrhunderts auf den Hüttenroder Eisensteingruben am Harze um in gebrächem ungleichartigen Gesteine nicht eckige und krumme Löcher zu bohren.

Bei der an und für sich so geringen Weite derartiger Bohrlöcher somit geringer Gröse der Bohrer dürfte überhaupt jene Einrichtung nur etwa bei sehr gebrächem Gestein einigen Vortheil gewähren können, bei festerem aber zu gekünstelt seyn und nur zu schnellerem Verschlagen, ja Abbrechen des mittleren Theiles hinführen.

5) Einen eigenthümlich gestalten Bohrer führt endlich Morand, (L'art d'exploiter les mines de charbon de terre. 1773. t. II. p. 223.) als damals in den Lütticher Kohlengruben gebraucht, an, nehmlich — Fig. 22. — einen runden Eisenstab von oben nach unten gleichmäsig schwächer zulaufend, oben aber mit einem Kreuz a versehen, auf welches beim Gebrauche mit dem Fäustel geschlagen wird.

Dieser Bohrer soll nur dazu dienen vorläufig eine Oeffnung zu machen, welche man dann mittelst eines gewöhnlichen Bohrers — Kolbenbohrers — erweitert. Ist jene Beschreibung wirklich richtig — indem das Gezäh mehr einer Räumnadel gleicht, — so möchte es einem anderen noch am ähnlichsten seyn, welches Agricola in seinem Werke de re metallica, im sechsten Buche, bei der Brechstange, als zum Durchschlagen in mit Wasser erfüllte Schächte und Abzapfen der Wasser geeignet, beschreibt, und welches eine runde, spitz zulaufende Eisenstange darstellt.

Dergleichen Gezähe würden allemal eine sehr gebräche Masse voraussetzen.

§. 13. Die zweite Hauptclasse der Bohrer (vergl. §. 9.) bilden diejenigen, welche drehend bewegt werden und schneidend wirken, daher im Allgemeinen als Hohlbohrer zu betrachten sind. Sie wird nur ausnahmsweise hier und da gebraucht; denn obschon die bequemere und leichtere Weise der Bewegung es schon häufig und Vielen hat wünschenswerth erscheinen lassen das Bohren auf diese Weise zu bewirken, so sind doch die nothwendigen Bedingungen für ihre Anwendbarkeit, namentlich die, dass die zu bohrende Masse sehr gebräch, ja mild, und frei von Quarz- und ähnlichen Gemengt-Theilen ist, die den Bohrer schnell abstumpfen, ja ausbre-

Digitized by Google

chen; sonach Braun- und milde Stein-Kohlen, Gips, vielleicht Steinsalz, welches letztere jedoch scharfe Gezähe schnell abstumpft; bei allen anderen härteren und festeren Massen hingegen würde die Abnutzung mit derselben Schnelligkeit fortschreiten, somit die Unterhaltung kostspieliger werden, als durch Bearbeiten mit einem rauhen Schleifstein; dennoch soll man in Russland selbst Sandstein auf diese Weise bohren.

Bei dieser Art von Bohrern steht der Kopf mit der übrigen Einrichtung in so genauem Zusammenhange, dass hier gleich die Beschreibung des Ganzen gegeben werden muss.

Die seit mehreren Jahren bei dem Braunkohlenbergbaue zu Lankowitz in Steiermark angewendeten Bohrer sind wirkliche flache Hohlbohrer, sogenannte Lanzenbohrer, der Gestalt ihrer Spitze, oder Leierbohrer, der Art ihrer Bewegung nach. Der Kopf a — Taf. VII. Fig. 23. — besteht aus einem breiten Blatte, welches vorn in zwei nahe an einander stehende kleine Spitzen endigt und, besonders gegen diese Spitzen hin, in der Art etwas gewunden ist, dass die beiden geschliffenen Seiten, bei der Umdrehung vorausgehende Schärfen bilden. Derselbe sitzt an der Stange b welche, ganz nach der Art der bei anderen Gewerben gewöhnlichen Brustbohrer, oben mit einem eine Kurbel bildenden Bügel c, mit einem, des bequemeren Angriffes wegen womöglich hölzernen Hefte versehen ist. Der zweite Arm des Bügels schliesst sich an die kurze Spindel e welche in der fortgesetzten Axenrichtung der Bohrstange liegt, jedoch so, dass sich der Bügel darum drehen lässt. Die Scheibe f am oberen Ende der Spindel dient um den Bohrer gegen die Brust stemmen und durch das eigene Gewicht des Körpers des Arbeiters die Spitze auf das Gestein aufdrücken zu können, während er mittelst des Bügels umgedreht wird. (Vergl. P. Tunner, Lehrbuch der montanist. Lehranstalt zu Vordernberg. Jahrgang 1841. S. 83.)

Von einer anderen Art sind die nach Combes (C. traité de l'exploitation des mines, t. I. Paris 1844.

p. 238.) in den Gipsbrüchen in der Umgegendvon Paris angewendeten, nehmlich **Schneckenbohrer**; Taf. VII. Fig. 24. Das lange und breite Blatt a ist hier mehrmals um seine eigene Mittellinie, in der Weise gewunden, dass es einen stark aufsteigenden Spiralgang bildet. Es sitzt an dem Stabe b, welcher aber mittelst eines oben angeschraubten Querholzes c gedreht wird.

Dieser Bohrer scheint einer noch gröseren Milde des Gesteins zu bedürfen, da er weder so viel auszuhalten noch einen so kräftigen und sicher geführten Angriff zu bewirken vermag als der erstgenannte Leierbohrer.

In Russland endlich soll man sogar Leierbohrer mit Meiselköpfen auf Sandstein anwenden.

Ein Uebelstand aller dieser Bohrer, besonders der Leierbohrer, ist der, dass man damit, vornehmlich in der Grube, nicht in jeder beliebigen Stellung bohren kann. Uebrigens ist man in Steiermark mit dessen Erfolge gegen den mit gewöhnlichen anderen Bohrern sehr zufrieden. (Vergl. Jahrbuch der montan. Lehranstalt zu Vordernberg. Jahrgang 1842. S. 128.) Bei minder gebrächen Massen dürfte zwar wahrscheinlich der nöthige Kraftaufwand gegen das gewöhnliche Bohren etwas geringer, hingegen der Stahlabgang gröser seyn.

Endlich bedient man sich auch ganz gewöhnlicher Hohlbohrer um behufs des Sprengens Löcher in Holz zu bohren. Diess kann nicht nur beim Zersprengen von Baumwurzeln und Klötzen nöthig werden, worüber, als einer besonderen Anwendung des Schiesens, zu Ende dieses Abschnittes noch zu sprechen seyn wird, sondern auch für eigentlich bergmännische Zwecke, nehmlich um beim Pfeilerabbaue auf Kohlen, zum Rauben der am Dache stehen gebliebenen, der Gefahr des vorzeitigen Hereinbrechens des Daches welche mit dem Wegnehmen der unterstützenden Bolzen verbunden ist, dadurch möglichst vorzubeugen, dass wenn sich der ganze Druck vorzugsweise auf einen oder einige dieser Bolzen aufgesetzt hat, man letztere mit Pulver wegschiest.

§. 14. **Die Bohrstange**, Taf. VII. Fig. 1. 10. 13. vornehmlich Berücksichtigung verdienend bei allen durch den

Digitized by Google

Schlag getriebenen Bohrern, besteht in einer geraden Stange von Eisen oder Stahl. Sie muss lang genug seyn um das Bohrloch damit auf die nöthige Tiefe abbohren zu können, stark genug sowohl an und für sich als auch vergleichsweise, damit sie sich weder bleiben noch auch bei jedem Schlage biegt, weil im ersteren Falle das Bohrloch nicht richtig gebohrt, die Stange selbst zerbrechen, bei letzterem durch eine zu grose Elasticität die Wirkung des Schlages geschwächt werden würde; übrigens lässt sich auch eine Bohrstange, welche willkührlich oder wegen der geringen Breite des Kopfes sehr schwach ist, nicht fest fassen und sicher regiren.

Der Querschnitt der Stange ist rund oder eckig, wirklich achteckig oder viereckig mit verbrochenen Kanten. Der runde, wie er z. B. in Ungarn und Siebenbürgen ganz gewöhnlich vorkommt, wird besonders bei eisernen Stangen, oft desshalb gewählt, weil das Material leicht gleich in dieser Form angeliefert werden kann, die Anfertigung der Bohrer dadurch erleichtert wird, hingegen lässt sich ebenfalls eine runde Stange nicht so fest fassen und richtig wenden wie eine eckige, sofern nur die Ecken nicht zu scharf, sondern gehörig abgerundet sind; daher sind letztere achteckige oder vierkantig verbrochene, wie sie auf dem Harze, in Sachsen und bei vielem anderen Bergbaue gewöhnlich sind, zweckmäsiger.

An dem oberen, dem Kopfe entgegengesetzten, Ende ist an der Stange die Bahn c vorgerichtet, bestimmt um den Schlag des Fäustels aufzunehmen; damit sie diess aber kann, muss sie eben, noch besser etwas gewölbt seyn; von einer solchen wird nicht nur der Schlag, eher in der Mitte aufgenommen, somit für die Fortpflanzung der Kraft, in der Richtung der Axe der Stange, wirksamer, sondern es werden auch weniger leicht Strauben geschlagen; dagegen ist auch bei einer gewölbten Bahn ein desto sicherer und richtigerer Schlag nöthig, weil jeder ausserhalb der Axenrichtung fallende eine desto grösere Seitenprellung erzeugt. Zuweilen wie z. B. in der Sierra Almagrera in Spanien, läuft das obere Ende der Stange sogar conisch zu.

Digitized by Google

Eine eigenthümliche Art von Bohrern, sind die ganz ohne Bahn, vielmehr gewöhnlicher an beiden Enden mit Köpfen versehenen, wie Taf. VII. Fig. 25. Sie werden tsosend geführt, so dass sie durch ihr eigenes Moment arbeiten. Dergleichen kommen z. B. bei dem Steinsalzbergbaue bei Northwich, auch in einigen Steinbrüchen in England vor, von 4, 6 und 7 Fus Länge, an beiden Enden mit Meiselköpfen, in der Mitte der Länge, aber, mit einer rundlichen Masse von Eisen oder nach Combes, (traité de l'exploitation, t. 1. p. 238.) mit einer gegen beide Enden hin abnehmenden Anschwellung versehen, welche theils zur Vermehrung ihres Gewichtes und Momentes, theils auch zum festeren Erfassen dient. Der doppelte Kopf hat, auf ähnlichem Grundsatze beruhend wie die doppelte Keilhaue, den Nutzen den Bohrer längere Zeit brauchen zu können, bevor er neu geschärft werden muss, weil man wenn der eine Kopf stumpf ist, mit dem anderen arbeiten kann. (Vergl. v. Dechen und v. Oeynhausen, in Karsten Arch. für Bergbau Bd. XVIII. (1829) S. 243. und Karsten Arch. für Mineralogie Bd. VI. (1833.) S. 100.)

Ebenso bedient oder bediente man sich derselben bei der Steinsalzgewinnung in Berchtesgaden in Baiern, (Vergl. C. J. B. Karsten, metallurgische Reise, Halle, 1821. S. 95.) und in den Gypsbrüchen bei Saint-Léger in Frankreich, woselbst sie gegen 3 mètres Länge haben. (Vergl. Annales des mines 1 ième ser. t. VII. (1822.) p. 411.)

Diese Bohrer sind natürlich wegen der damit auszuübenden geringen Kraft nur bei gebrächen Massen mit einigem Erfolge, und auch dann nur für Sohlenlöcher anwendbar, wo man, von oben nach unten stosend, ihr Gewicht wirken lassen kann; sie lassen aber nur eine unsichere Führung zu, daher das in den Brüchen von St. Léger damit beobachtete Verfahren sehr empfehlenswerth ist: das Bohrloch mit einem gewöhnlichen kurzen Bohrer anzufangen und dadurch für den diesem nachfolgenden langen Stosbohrer eine Leitung herzustellen. In der Grube würde der Gebrauch solcher Bohrer, wenn

Digitized by Google

überhaupt dazu wirkliche Veranlassung seyn sollte, meist durch den mangelnden Raum beschränkt seyn.

§. 15. Das Material zu dem Bohrkopfe ist natürlich Stahl, nur bei den für weiche Gesteine bestimmten Hohlbohrern §. 14. kann das Blatt wohl auch von Eisen und nur in den Schärfen verstählt und geschärft seyn, besser aber ganz von Stahl wenn auch weniger gehärtet.

Der Stahl muss ebenfalls, wie bei ähnlichen Gezähen, von gutem gleichförmigen Gefüge, zäh und im Feuer gut stehend, nicht brockig, nicht leicht verbrennend seyn, weil er in unzähligen Wiederholungen beim Schärfen der Gezähe immer wieder in das Feuer kommen muss, ohne dass er schlechter werden darf.

Der Grad der Härtung richtet sich nach der Festigkeit des Gesteins; jedoch ist für diejenige Festigkeit für welche das Bohren und Schiesen sich ursprünglich eignet, im Allgemeinen die gelbe — hellgelbe — Härte nothwendig, die blaue zu gering.

Ehemals scheint man, wie leicht erklärlich, noch wenig erfahren gewesen zu seyn, indem vorgefundene Bohrköpfe eine so grose Weichheit zeigten, dass sie von der Feile sehr leicht und stark angegriffen wurden, wobei sie natürlich noch dazu mit ihrer unzweckmäsigen Gestalt sehr wenig leisten konnten. Gegentheils darf die Härte nie so gros seyn, dass die Schneide ab- oder ausbricht.

Muss, was bei dem Meiselbohrer eigentlich nie nothwendig seyn sollte, bei dem Kolben- und Kronen-Bohrer aber unvermeidlich ist, bei der Anfertigung mit der Feile nachgeholfen werden, so muss diess natürlich vor dem Härten und wo möglich mit solcher Schnelligkeit geschehen, dass der Stahl gar nicht aus der Hitze kommt.

Das Material zur Stange ist Eisen oder Stahl; an erstere der stählerne Kopf, zuweilen auch eine stählerne Bahn angeschweist. Der Stahl zum Kopfe, von 3 bis 8 Loth (0,044 — 0,117 kilogr.) Gewicht, wird entweder oben zugeschärft und in das gespaltene Ende der Stange eingelegt — wie bei der Keilhauenarbeit §. 8. S. 126. gezeigt wurde oder gewöhnlicher stumpf,

Digitized by Google

nur mit etwas aufgehauenen Kanten, aufgestaucht, was Viele desshalb für besser halten, weil man ihn dann eher bis auf das Aeusserste abnutzen könne.

Die eisernen Stangen sind noch jetzt die bei weitem am gewöhnlichsten angewendeten, auf dem Harze, in Westphalen, Hessen, in Ungarn, Frankreich, Spanien, England, Schweden, Mexico u. a. Ländern, — für drehend arbeitende Bohrer sind auch keine anderen nothwendig; — die stählernen bis jetzt am meisten in Sachsen, wo sie schon wenigstens im letzten Viertel des 18ten Jahrhunderts in Gebrauch waren, (Vergl. u. A. Magazin für Bergbaukunde, Thl. I. (1785) S. 113.) ausserdem hier und da noch bei einzelnem Bergbaue wie z. B. in Bleiberg in Kärnthen, (Vergl. C. I. B. Karsten, metallurgische Reise S. 214.) überhaupt viel weniger als jene eisernen angewendet, obschon auch da nur bei schwäeheren, einmännischen, (s. unten) Bohrern.

Die eisernen Stangen haben den Vorzug der Wohlfeilheit in der ersten Anschaffung, nicht aber in der Unterhaltung. Es kann nicht fehlen, dass bei einer eisernen Stange die sich immer wiederholende Nothwendigkeit der Erneuerung des zum Kopfe angelegten Stahles zum Ersatz des abgenutzten, die Unterhaltung weit umständlicher und kostspieliger macht als das Ausziehen oder Stauchen des Endes einer ganz stählernen Stange zu einem Kopfe, in welcher das Material zu letzterem selbst und so die Möglichkeit liegt, eine solche Stange bis auf das Aeusserste zu verbrauchen, indem sie anfangs dem längsten Bohrer angehörig, (S. unten) durch allmälige Abnutzung zu den kürzerem und kürzesten übergeht und endlich immer noch zu Bergeisen benutzt oder auch mit mehreren Stücken ihrer Art wieder zu einem langen Bohrer zusammen geschweist werden kann. Ferner bricht natürlich, wie auch die Erfahrung zur Gnüge zeigt, ein angestählter Kopf viel leichter ab als ein mit der Stange aus einem Stücke bestehender; und endlich werden an der eisernen Bahn weit schneller und mehr Strauben geschlagen, wodurch nicht nur ebenfalls die

Kosten für das öftere Umbinden gröser werden, sondern auch unmittelbar ein weit gröserer Abgang entsteht, da ein ziemlicher Theil der abfallenden Strauben verloren geht.

Nächstdem ist aber auch die stählerne Stange natürlich fester, steifer, so dass man sehr schwache Bohrstangen gar nicht von Eisen fertigen könnte, ohne dass sie sich biegen oder zerbrechen würden, während gleichzeitig die stählerne Stange die Kraft des Schlages unverkürzter auf den Kopf, somit auf das Gestein überträgt, daher mehr wirken lässt. Läge der Beweis dafür nicht schon ganz offen in der Beschaffenheit des Materials, so würde dafür die gemachte Beobachtung sprechen: dass eisernes Geböhr neu weniger leistet als nach einem mehrwöchentlichen Gebrauche, während dessen die anfänglich noch grösere und daher noch mehr Kraft versplitternde Undichtheit des Eisens durch Zusammenschlagen allmälig geringer geworden ist. (Vergl. S. Sandel in den schwedischen Abhandlungen. Band XXXI. Jahrgg. 1769. Deutsche Uebersetzung von Kästner, S. 291).

Als ein weiterer Grund — nächst der wohlfeileren Anschaffung — für die Beibehaltung eiserner Stangen wird der angegeben, dass sie weniger Elasticität besitzen, daher weniger prellen sollen als ganz stählerne und desshalb sogar mehr leisteten, Hand und Arm des Arbeiters weniger ermüdeten. Bis auf einen gewissen Punkt ist diess richtig, sofern nehmlich auf stählerne Bohrer ein unverhältnissmäsig starker Schlag geführt und nicht, namentlich bei festerem Gesteine, derselbe entsprechend gemäsigt wird; geschieht aber diess nicht, so wird jedes Gezäh mehr oder weniger denselben Mangel haben.

Wenn man daher früher hat hier und da nachweisen wollen, dass Bohrer mit eisernen Stangen nicht nur wohlfeiler in der Unterhaltung seien, sondern auch wenigstens dasselbe leisteten was ganz stählerne, so konnte diess nur auf Vorurtheil oder besondern Interessen beruhen (Vergl. Schroll, Beiträge zur Kunst und Wirthschaft auf dem Gestein. Abschn. IV. §. 132. u. s. f. in v. Moll

Digitized by Google

Annalen der Berg- und Hütten-Kunde Bd. I. (1802) Heft 2. S. 79) *).

Nur bei an sich starken und sehr langen Bohrern wie die mehrmännischen sind, kann daher die Rücksicht auf nahmhaft grösere Höhe der ersten Anlagskosten wichtig genug seyn, um dennoch eiserne Bohrer beizubehalten. Eiserne Stangen mit verstählten Bahnen, wie man sie besonders bei mehrerem Bergbaue in Schweden, als zu Danemora, Sala, Fahlun, (Vergl. I. F. L. Hausmann. Reise durch Scandinavien, Thl. IV. S. 91. 293. Thl. V. S. 101) anwendet werden, der immer noch gröseren Unterhaltung nach, sich den stählernen wenig nähern, der Leistung nach kaum merklich besser als die eisernen seyn.

Ein Versuch welchen man in neuerer Zeit (im Jahre 1835 und 1836) in Sachsen — ausser vielleicht noch anderen Orten, — gemacht hat, bei stählernen Bohrern die (etwas rund gearbeitete) Bahn schwach, das Bohrfäustel (S. §. 17.) aber schwächer oder gar nicht zu härten, ja selbst nicht zu verstählen, gab besonders auf etwas festerem Gesteine in der Mehrzahl der Fälle keinen günstigen Ausfall, oft sprang der Stahl der Bahn in Stücken ab; immer fand bei verstählter Bahn ein heftiges, den Arm sehr angreifendes Prellen, bei unverstähltem Fäustel eine äusserst schnelle Zerstörung und Unbrauchbarkeit der Bahn statt; wovon bei den Fäusteln (S. §. 17.) mehr.

§. 16. Masverhältnisse der Bohrer. Die Masverhältnisse der Köpfe und Stangen sind im Allgemeinen verschieden 1.) nach der Weite und Tiefe der Bohrlöcher überhaupt, 2.) bei einem und demselben Bohrloche nach der verhältnismäsigen Tiefe desselben, bei welcher der Bohrer angewendet wird.

Die Weite und Tiefe der Bohrlöcher hängt, wie natürlich, von der Stärke der Ladung, letztere und so-

*) Eine ausführliche Nachweisung über einen Fall des günstigen Erfolges der Einführung ganz stählernen Geböhres gegen eisernes und verstähltes auf den Eisensteingruben am Rothenberge bei Schwarzenberg im sächsischen Erzgebirge, ist im Kalender für den sächs. Berg- und Hütten-Mann auf das Jahr 1832. S. 179. enthalten.

Digitized by Google

nach jene mit ihr, von der Gröse der Masse ab, welche durch den Schuss abgetrennt werden soll. Auf die dabei Einfluss habenden Verhältnisse kann erst später §§. 58. 59. 60. eingegangen werden.

Je weiter aber ein Bohrloch gebohrt werden soll, desto mehr Kraft wird dazu unter sonst gleichen Umständen erfordert. Wie in §. 39 besprochen werden wird, besteht die eigentliche Arbeit des Bohrens mit dem gewöhnlichen, durch den Stos, zermalmend wirkenden Bohrer 1.) in dem Aufschlagen mit dem Fäustel auf den Bohrer, oder bei den durch ihr eigenes Moment wirkenden Bohrern in dem Aufheben und Niederstosen des Bohrers selbst; 2.) im Wenden des Bohrers um seine eigene Axe, — dem Setzen.

Bei den kleinsten Bohrern verrichtet ein Mann beide Arbeiten gleichzeitig, indem er mit der einen Hand den Bohrer hält und dreht, mit der anderen das Fäustel führt. Je weiter das Bohrloch, gröser und schwerer also der Bohrer ist, desto mehr Kraft erfordert das Aufschlagen und selbst das Halten und Drehen, desto weniger kann ein Mann beide Arbeiten zugleich verrichten, daher einer dreht, ein zweiter, dritter ja selbst wohl vierter aufschlägt; in einzelnen Fällen werden selbst zum Drehen zwei angestellt.

Nach der gesammten Anzahl der zum Bohren nöthigen Leute nennt man dann dasselbe ein-, zwei-, drei-, viermännisch u. s. f.*) Viermännisch wird nicht leicht mehr gebohrt; theils weil an und für sich Löcher von so grosem Durchmesser selten mit Nutzen anwendbar sind, theils und noch mehr weil dabei die Arbeiter einander mehr hinderlich seyn würden, mögen nun drei abwechselnd aufschlagen während der vierte setzt, oder zwei aufschlagen und zwei setzen. Denn schon bei dem dreimännischen Bohren kann man entweder die Kraft der beiden das Fäustel Führenden nicht genug benutzen indem sie langsamer schlagen müssen, als jeder für sich beim einmännischen Bohren könnte, weil der dritte nicht schnell genug setzen kann, oder im Gegenfalle erfolgt

---

*) Einmännische Bohrer nennt man auch Handbohrer.

Digitized by Google

das Setzen unvollkommen; (Vergl. Sandel a. a. O. in den Abhandlungen der schwed. Akademie. Thl. XXXI. S. 299.) *). Auch dreimännisch wird daher jetzt nur noch hier und da, an wenigen Orten gebohrt, besonders noch in Schweden z. B. auf den Garpenberger Gruben, zu Sala, Danemora, Utön; sodann bei den Eisensteinbergbaue auf der Insel Elba, der Alaungewinnung zu Tolfa im Römischen. (Vergl. Hausmann, Reise durch Scandinavien, Thl. IV. S. 91. 335. — C. A. S. Hofmann, neues bergmännisches Journal, Bd. III. (1802.) S. 294. — Karsten, Archiv für Bergbau, Bd. XVIII. (1829.) S. 37. — Karsten und v. Dechen, Archiv für Mineralogie, Bd. XV. (1840.) S. 416. — Annales des mines. 3. ser. t. XVII. (1839) p. 8. — Annales des mines 1. ser. t. I. (1816.)p. 327.) — In alter Zeit war es nicht selten. Das zweimännische Bohren hingegen kommt theils ausschlieslich, theils neben dem einmännischen an sehr vielen Orten noch in Anwendung, theils wegen der grosen Mächtigkeit, theils der Möglichkeit grösere Massen mit einem Male zu gewinnen, theils endlich nur aus Herkommen und dann wohl sehr unpassend, wie z. B. nach Burkart (a. a. O. Thl. II. S. 243.) in Mexico vor. Auch diese Weise ist jedoch in neuerer Zeit immer mehr abgekommen und, wie billig, dem Schiesen mit schwächeren Löchern mehr und mehr gewichen.

Der wirkliche Durchmesser der dreimännischen Bohrer (beziehentlich der damit gebohrten Löcher, obschon der Durchmesser der letzteren allemal etwas gröser ist als der dazu angewendeten Bohrer,) beträgt 2 bis 2½, selten 3 Zoll — (4,76 — 5,95, 7,14 centim.) — Rössler (in seinem Bergbauspiegel Buch III. Cap. 5. S. 62 §. 19.) sagt freilich: ein mittelmäsiger Bohrer bohre auf

*) Ein solcher Ausnahmsfall von vier- ja fünf-männischen Bohren wobei zwei setzten und drei schlugen, kam u. A. — freilich bei einem nicht bergmännischen Betriebe mehr genöthigt durch örtliche Umstände, wie die Länge des Bohrers, den Seitenstos eines auf denselben wirkenden Wasserstromes, bei den schon erwähnten Felsensprengungen im Bingerloche vor (Van den Bergh die Felsensprengungen im Rheine bei Bingen. S. 21. 35.)

Digitized by Google

2 bis 2½ Zoll, ein groser auf 3 Zoll und darüber—indess die dreizolligen finden sich sehr selten. *).

Zweimännische Bohrer haben von 1½ bis 2, höchstens 2¼ Zoll (3,57 bis 5,355 centim.) gröste Kopfbreite; einmännische gewöhnlich 1¼, 1⅛ bis 1 Zoll, (2,975 bis 2,38 centim.) Man hat zwar noch kleinere von ¾ bis ⅝, ja ½ Zoll Kopfbreite versucht, zum Theil auch sehr loben wollen, wie z. B. selbst bei dem sächsischen Bergbaue längere Zeit vergleichende Versuche darüber fortgesetzt wurden, ob stärkeres oder schwächeres Gebóhr zweckmäsiger sei. Auf dieses Verhältniss wird zwar erst später (S. §. 60.) eingegangen werden können, jedoch darf schon hier die Bemerkung Platz finden: dass, obschon dem schon Erwähnten gemäs, die passendste Gröse von der Beschaffenheit des Gesteines und von der sonstigen Oertlichkeit abhängt, zu schwache Bohrer wie von ¾ bis ½ Zoll, zwar an einem Orte, unter günstigen Umständen, mehr leisten können, als an dem anderen, dennoch aber nie wirklich vortheilhafter an sich seyn können, weil eine weit grösere Anzahl von Bohrlöchern geschlagen, besetzt und weggethan werden muss um ein bestimmtes Quantum zu fördern, als von in richtigem Mase stärkeren Löchern; um so mehr als dieselben ohnehin nach der Tiefe zu enger zulaufen. (S. unten.) Ausserdem haben natürlich sehr schwache Bohrer weniger Festigkeit, zerbrechen oder biegen sich leicht, lassen sich nicht fest genug mit der Hand fassen. — Eine Ausnahme machen die sogenannten Vorstecher d. h. Bohrer von sehr kleinem Durchmesser mit denen das Loch angefangen und bis auf eine gewisse Tiefe abgebohrt wird, worauf man dasselbe mit einem stärkeren Bohrer erweitert, wieder den schwächeren um vorzubohren ergreift und so abwechselnd fortfährt. Dergleichen Bohrer bedient man sich seit mehrern Jahren zu

*) In den Marmorbrüchen in Finnland bohrt man 3 Zoll weite Bohrlöcher selbst bis über 9 mètres Tiefe, und bei Herstellung eines Tunnels bei Newyork, behufs einer Eisenbahnanlage wurden 4 Zoll weite Bohrlöcher gebohrt. (Vergl. Annuaire du journal des mines de Russie, an. 1839. p. 69. — Bergwerksfreund, Thl. I. (1839) S. 147.)

Digitized by Google

Bleiberg in Kärnthen, obschon auch an anderen Orten z. B. bei dem Kupferbergbaue zu Sain-Bel bei Chessy in Frankreich, dort unter demselben Namen, wahrscheinlich durch Deutsche hingebracht. (Vergl. Tunner, Jahrbuch der montanistischen Lehranstalt zu Vordernberg. Jahrgg. II. (1842) S. 127. — Annales des mines 3. ser. t. XV. (1839.) p. 520.)

Zu Bleiberg hat der Vorstecher ½ bis 7/12 Zoll, der Nachbohrer 1 Zoll Breite; zu Sain-Bel hat der erstere 8 bis 9 Linien, während der Nachbohrer ein Kolbenbohrer ist. Nach Rössler, (Bergbauspiegel Bd. III. Cap, 5. S. 62. §. 20.) scheint es, dass man selbst schon vor Alters sich ihrer — natürlich von gröseren Masverhältnissen, — bedient habe, und damals, bei den an sich weiten Bohrlöchern gewiss nicht ohne Nutzen.

Zu Bleiberg rühmt man sie sehr als vornehmlich auf festem Gestein die Arbeit sehr fördernd und besonders gestattend auch die Kraft schwächerer Arbeiter noch auf das vortheilhafteste zu benutzen. Viel Uebung gehört indess allem Ansehn nach dazu, auch ein richtiges Abmessen des Schlages nach der geringeren Stärke des Bohrers, weshalb die damit z. B. zu Freiberg in Sachsen angestellten Versuche bis jetzt noch keinen Vortheil gegeben haben, der aber bei Jahrelang fortgesetztem Gebrauche wohl erlangt werden könnte.

Gegentheils hat man auch einmännische Bohrer von noch mehr als gewöhnlicher Stärke, 1¼ bis 1½ Zoll, anderthalbmännische, so ebenfalls in Freiberg. Sie sind theils für immer, auf gebrächem Gestein, theils unter Umständen anwendbar, welche den Wurf besonders begünstigen.

Andererseits werden endlich auch zwei, ja dreimännische Bohrer gebraucht, deren Köpfe wenig oder gar nicht gröser als die von einmännischen, ja selbst nur kleine dergl. von ⅞, 1 bis 1⅜ Zoll sind, so z. B. namentlich in den oben genannten schwedischen Revieren, angeblich wegen der grosen Festigkeit des Gesteines, wogegen man an anderen Orten bei einer mindestens eben so grosen, ja noch gröseren Festigkeit wie z. B.

Digitized by Google

im Rammelsberge bei Goslar auf dem Harze, doch nur einmännisch bohrt. *)

Die gröste Länge der Bohrstangen muss allemal bei einmännischen Bohrern mindestens ½ Fus, bei mehrmännischen 1 Fus gröser seyn als die Tiefe des damit abzubohrenden Bohrloches. Davon als bald mehr. Eine weitere Verschiedenheit in der Gröse der Bohrköpfe wird 2.) durch den Stand der Bohrarbeit bestimmt, bei welcher man sie anwendet. Je fester nehmlich das Gestein ist, desto weniger reicht ein einziger Bohrer zum Abbohren des ganzen Bohrloches hin, weil er sehr bald stumpf wird; vielmehr hat man gewöhnlich mehrere, zuweilen eine sehr grose Anzahl nothwendig. (Vergl. die letzte Anmerkung.) Gleichzeitig mit der Schneide nutzen sich aber auch die Ecken ab, besonders bei den Meiselbohrern, der Bohrkopf wird dadurch schmäler, sonach das Bohrloch enger. Wollte man nun, wenn der erste verschlagene Bohrer beseitigt wird, dafür einen zweiten von derselben Gröse anwenden, welchen der erste Kopf ursprünglich hatte, so würde dieser in dem auf dem Grunde schon engeren Bohrloche gar nicht Platz haben, sondern sich einklemmen; es muss deshalb der folgende schon einen kleineren Kopf haben als der erste ein dritter einen kleineren als der zweite u. s. f.

Hierbei begründet sich aber noch ein anderes Verhältniss in der Länge der Stange. Wollte man nehmlich gleich im Anfange des Bohrens einen Bohrer mit so langer Stange anwenden als zum Abbohren der ganzen Tiefe nothwendig wäre, so würde man nicht nur während der ganzen Arbeit die Kraftverminderung haben, welche in deren letztem Theile bei der Uebertragung des Schlages durch eine längere Stange, sowohl

*) Auf dem Rammelsberge soll zuweilen die Festigkeit so gros seyn, dass über ein 20 bis 24 Zoll tiefes Loch 150 bis 300 Bohrer verschlagen wreden. (Vergl. I. C. Freiesleben, Bemerkungen über den Harz, Thl. I. S. 446) — Schulze (Vergl. Karsten Archiv für Bergbau, Bd. IV. (1821) S. 277.) giebt sogar 150 Bohrer auf einen Zoll (!) Bohrloch an; was doch etwas zuviel gesagt seyn möchte.

Digitized by Google

in Folge des Trägheitsmomentes als der Biegsamkeit und Elasticität derselben unvermeidlich ist; sondern auch — und diess wesentlich anfangs, wo der Bohrer noch gar keine Leitung durch das Bohrloch selbst hat, — den Bohrer durchaus nicht fest halten, sicher führen können, wodurch die Arbeit erschwert, das Bohrloch unregelmäsig wird; endlich würde aber auch, wenn überhaupt mehrere Bohrer zu einem Bohrloche nothwendig sind, und alle jene gröste Länge bekämen, der Anfertigungsaufwand viel gröser ausfallen.

Aus diesen Gründen wendet man selbst da, wo der Gesteinsfestigkeit nach ein einziger Bohrer hinreichen möchte, um das ganze Loch, ja selbst um mehrere abzubohren, drei, ja selbst wohl vier dazu an; im ersten, dem gewöhnlichsten Falle, Anfangs-, Mittel- und Ab-Bohrer genannt, wozu im zweiten Falle wie z. B. auf dem Harze, noch ein zweiter längerer Mittel-Bohrer kommt; sie wachsen in derselben Reihenfolge an Länge, so dass der Anfangsbohrer der kürzeste, der Abbohrer der längste ist. Hat das Gestein eine grösere und solche Festigkeit, dass die Bohrer sich während der Arbeit auch abnutzen, so bekommt der Anfangsbohrer den grösten, der Mittel- einen kleineren, der Ab-Bohrer den kleinsten Kopf. Bei gebrächem Gesteine hingegen sind die Köpfe gleich gros, wie solches z. B. unter diesen Umständen mehrentheils bei dem ungarischen Bergbaue der Fall ist, während an andern Orten bei derselben, ja noch gröserer Gebrächheit die Abnahme der Kopfgröse, aus Gewohnheit vom festen Gestein her beibehalten worden ist, z. B. bei manchen Steinkohlenbergbaue.

Das Mas der Abnahme der Kopfbreite hängt natürlich ursprünglich von der Festigkeit des Gesteines, nächstdem auch von der Gröse des Bohrloches — und Bohrers, — an sich selbst ab; niemals sollte dieselbe in zu grosen Sprüngen auf einmal erfolgen, weil sonst, nicht nur, besonders bei der Anwendung eines solchen Bohrers auf milderem Gesteine, — ein Absatz im Bohrloche entsteht, sondern auch bei ganz richtigen Ueber-

Digitized by Google

gängen, das Bohrloch sich nach unten zu sehr verengen, zu stark kegelförmig und dadurch, man mag nun mit oder ohne Patrone laden, die Wirkung zu sehr geschwächt werden würde. Es möchte nicht gerathen seyn die Abnahme eines Kopfes gegen den anderen, über $\frac{1}{12}$ bis $\frac{1}{16}$ Zoll betragen zu lassen, (Sandel, am mehr angeführten Orte, räth nur $\frac{1}{3}$ oder höchstens $\frac{1}{2}$ Linie;) während sie oft $\frac{1}{8}$ ja $\frac{1}{4}$ Zoll beträgt, so dass der Abbohrer um $\frac{1}{4}$ und selbst um $\frac{1}{2}$ Zoll kleiner ist, als der Anfangsbohrer; bei mehrmännischen Bohrern wohl noch mehr.

Drei solcher zusammengehöriger Bohrer nennt man einen Satz. Bei festem Gestein erhält aber ein Satz mehr als 3, so z. B. bei dem Freiberger Bergbaue 6, ja wohl noch mehr Bohrer, so z. B. im Rammelsberge bei Goslar bis 64, die nach dem Obigen, oft nicht einmal zu einem Bohrloche hinreichen. (Vergl. Freiesleben, Bemerkungen über den Harz, Thl. I. S. 449. §. 717.) Stets zerfällt er aber nur in drei (beziehentlich vier,) Abtheilungen.

Nun sollte eigentlich in einem solchen Falle der Unterschied der Breite zwischen dem ersten und letzten Bohrer in eben so viel Theile getheilt werden als die Anzahl der Bohrer beträgt und danach die Breite der Köpfe ganz allmälig abnehmen, jedoch geschieht diess nicht leicht, weil dann eine so grose, in gleichem Grade mit der Anzahl der Bohrer gesteigerte Genauigkeit beim Ausschmieden nothwendig wäre, dass solche schwerlich von dem Schmiede beobachtet werden könnte noch würde, dann aber der Erfolg noch mangelhafter werden müsste; daher macht man mehrentheils auch nur drei Classen in der Breite, höchstens sechs. Um dann bei einer göseren Anzahl von Bohrern das Bohrloch nicht zu schnell verengen zu lassen, hat der Arbeiter den Weg einzuschlagen, dass er nicht jeden Bohrer einer Abtheilung ununterbrochen und so lange in Anwendung nimmt, bis er abgenutzt ist, sondern öfters abwechselnd ihn mehrere Male zur Hand nimmt, wodurch auch die Abnutzung gleichförmiger fortschreitet.

Digitized by Google

Eher giebt man den Bohrern einer Abtheilung verschiedene Länge. —

Beispielsweise haben bei dem sächsischen Bergbaue die einmännischen Anfangsbohrer 10 bis 12 Zoll Länge, $\frac{7}{8}$, 1, bis $1\frac{1}{8}$ Zoll Kopfbreite; die Mittelbohrer 18 bis 20 Zoll Länge und $\frac{3}{4}$ bis 1 Zoll, die Abbohrer 28 bis 32 Zoll Länge $\frac{5}{8}$ bis $\frac{7}{8}$ Zoll Kopfbreite; besonders starke einmännische aber $1\frac{1}{4}$: $1\frac{1}{8}$ und 1 Zoll Breite. Die sogenannten anderthalbmännischen endlich nehmen bei derselben Länge, von $1\frac{3}{8}$ oder $1\frac{1}{2}$ Zoll Kopfbreite bis $1\frac{3}{16}$ und $1\frac{1}{4}$ Zoll ab.

Bei zweimännischen Bohrern hat der Anfangsbohrer 16 bis 18 Zoll Länge und $1\frac{1}{2}$ bis 2 Zoll Kopfbreite, der Mittelbohrer 30 bis 32 Zoll Länge und $1\frac{1}{3}$ bis $1\frac{13}{16}$ Zoll, der Abbohrer 42 bis 48 Zoll Länge und $1\frac{1}{4}$ bis $1\frac{5}{8}$ Zoll Kopfbreite. *)

Auf dem Ober-Harze haben (Vergl. Freiesleben, Villefosse, Zimmermann u. A.) die einmännischen Anfangsbohrer 18 Zoll Länge, $1\frac{1}{4}$ Zoll Kopfbreite; die Mittelbohrer 27 und 30 Zoll Länge und 1 Zoll; die Abbohrer 36 Zoll Länge und $\frac{11}{12}$ Zoll Kopfbreite; die zweimännischen Anfangsbohrer 28 Zoll Länge und $1\frac{3}{4}$ Zoll Kopfbreite; die Mittelbohrer 38 und 42 Zoll Länge und $1\frac{1}{2}$ Zoll, die Abbohrer 48 Zoll Länge und $1\frac{1}{4}$ Zoll Kopfbreite. **)

In Mexico sind nach Burkart (S. dessen Aufenthalt und Reisen in Mexico, Thl. II. S. 244.) die — zweimännisch geführten — Anfangsbohrer 12 Zoll lang und $1\frac{1}{3}$ Zoll breit; die zweiten Bohrer 16 — 18 Zoll lang und 14 bis 13 Linien breit; kommt noch ein dritter Bohrer hinzu, so hat dieser 24 Zoll Länge und 13 Linien Kopfbreite. ***)

Besonders langer Bohrer bedient man sich theils um sehr tiefe Bohrlöcher zu schlagen, theils um unter Wasser, theils sonst aus einiger Entfernung vom eigentlichen Ansatzpunkte des Loches zu bohren. So kommen sehr lange dergl. in Anwendung in den Kalk-

*) Wie allemal, 1 Zoll Bergmas = $\frac{1}{42}$ mètre.

**) 1 braunschweig. Zoll = 2,4047 centim.

***) 1 rheinl. Zoll = 2,6154 centim.

Digitized by Google

steinbrüche bei **Plymouth** in England, woselbst man bis auf 4 Fus Tiefe mit 2 Zoll, von da bis 8 Fus mit 1⅞ Zoll Weite, bis hierher einmännisch, bohrt; von da bis 14 Fus Tiefe mit 1¾ Zoll und endlich bis 21 Fus Tiefe mit 1⅝ Zoll Weite *). (Vergl. Mining review, vol. IV. (1838) p. 96.)

Von anderen Fällen der Anwendung sehr langer Bohrer ist schon oben §. 14. bei den zweiköpfigen die Rede gewesen; 1 bis 1½ Lr. (2—3 mètres) lange braucht man bei dem Eisensteinbergbaue im Stahlberge bei **Müsen** im Siegenschen, zum Nachschiesen der Förste, wobei der Angriff schon der Sicherung der Arbeiter halber nur aus einiger Entfernung erfolgen kann; eben so kamen bei den Felsensprengungen im Rheine 7 bis 9 Fus lange vor. (Vergl. **van den Bergh** a. a. O. S. 20.) Endlich in den schon oben erwähnten Marmorbrüchen bei **Ruskiala** in Finnland bohrt man selbst mit Bohrern von 9,96 mètres gröster Länge bis 0,07 m. Weite. (Vergl. Annuaire du journal des mines de Russie an. 1839. p. 69. 71.)

Die **Dicke der Bohrstange** ist natürlich, wie schon bei der Betrachtung der Bohrköpfe und Bohrstangen bemerkt wurde, allemal kleiner als die Breite der ersteren; eines Theils weil sonst der Bohrer klemmen, andern Theils die Stange unnöthig stark, daher theuer und schwer werden, auch in Folge ihrer Masse mehr Kraft zum Bohren erfordern würde.

Da aber auch andererseits die Stange nicht so schwach werden darf, dass sie sich biegt oder gar bricht, so wenig als einen Theil des mit der angemessenen Kraft geführten Schlages durch zuviel Elasticität verloren gehen lässt, so kann zwar diese geringste ausreichende Dicke durch unmittelbare Versuche gefunden werden, doch geschieht diess selten. Gewöhnlich giebt man ihr einen Verhältnisstheil der Stärke des Kopfes überhaupt, berücksichtigt jedoch die wirkliche Gröse des letzteren, wie auch die Länge der Stange an und für sich.

---

*) 1 engl. Fus = 0,3047944 mètre.

Bei Bohrern von mittlerer Gröse bekommt die Stange ¾ bis ⅘ der Stärke (Breite) des Kopfes, so z. B. bei gewöhnlichen einmännischen Bohrern etwa ¾ Zoll; bei an sich breiten Köpfen würde jenes Verhältniss jedoch zu gros seyn, bei sehr schmalen zu klein, daher man es bei ersteren vermindert, bei letzteren vemehrt, die Stange wenig schwächer macht als den Kopf.

Schlüsslich möge endlich noch erwähnt werden, dass zum Einführen der Bohrer in die Grube, mag nun dasselbe in einem Fördergefäse oder unmittelbar auf der Schulter des Häuers erfolgen, — welches letztere wenigstens auf den Strecken und nach den Bauen allemal der Fall ist, — die Bohrer in zwei Abtheilungen (die über die Schulter gehängt einander im Gleichgewichte halten,) mit einem Stricke (Bohrstricke) durch laufende Schlingen und in der Art zusammengebunden werden, dass man sie augenblicklich wieder auflösen kann. Der Strick verbindet zugleich beide Bündel mit einander.

§. 17. Das Fäustel — Bohrfäustel —, bebestimmt um damit auf den Bohrer zu schlagen, sofern nicht derselbe durch sein eignes Moment, stosend geführt, wirkt, ist der Hauptsache nach dem Handfäustel der Schlägel- und Eisen-Arbeit (S. diese §. 6.) oder theilweis dem Treibefäustel der Hereintreibearbeit (S. dieselbe §. 6.) gleich, daher hier grösten theils auf das Dortgesagte Bezug genommen werden kann.

Je nach der Weise des Bohrens unterscheidet man auch hier ein und zweimännische Bohrfäustel, jedes derselben, wie gewöhnlich, aus dem Fäustel und dem Helme bestehend.

Das eigentliche Fäustel ist in der Form von einem gewöhnlichen Handfäustel nicht unterschieden, wie dieses mit viereckiger oder wohl auch runder Bahn versehen. Das zweimännische — einem leichten Treibefäustel gleichend, — bekommt gern eine etwas breite Bahn um damit einen desto sichereren Schlag führen zu können, weil hier jeder Fehlschlag die Hand desjenigen Arbeiters zerschmettern, oder wenigstens stark beschädigen würde, welcher den Bohrer hält, obschon andererseits

Digitized by Google

auch hier eine schmale Bahn nicht nur eine mehrere Concentration der Kraft auf eine kleine Fläche, sondern auch eine bessere Erhaltung des Fäustels für sich hat.

Sehr nützlich ist es ferner auch letzteren Fäusteln elastische, biegsame Helme zu geben um so nicht nur einen schärferen Zug beim Schlagen zu bewirken, sondern auch gegentheils das Prellen in der Hand des Arbeiters mehr zu verhüten; dergleichen Fäustel erfordern jedoch eine desto grösere Uebung und Sicherheit in der Führung.

Auch in Bezug auf das Material gilt in der Hauptsache das früher von den Handfäusteln Gesagte.

Die Fäustel sind daher ebenfalls fast durchgängig von Schmiedeeisen, in den Bahnen verstählt; zum Theil aber auch blos von Eisen. — Eiserne und verstählte Fäustel hat man hier und da für gut gehalten, um das Prellen zu verhüten; ein Vortheil welcher höchstens bei ganz stählernen oder in den Bahnen verstählten Bohrern zu hoffen stände, nicht aber bei eisernen; dahingegen haben sie natürlich, wie unter allen Umständen, den Mangel, dass sich die Bahn äusserst schnell abnutzt, in wenigen Schichten ganz zu Strauben geschlagen und dadurch ein groser Unterhaltungsaufwand verursacht wird. Im günstigsten Falle, bei sicherem Schlage, entsteht wenigstens in der Mitte der Bahn eine Vertiefung, in welcher, wenn sie nicht bei jedem Schlage genau auf die Bahn des Bohrers trifft, der Letztere einen Seitenstos erleidet, gedreht und leicht zerbrochen wird; der Arbeiter aber leidet stark in Arm und Hand, indem er kaum den Bohrer fest genug halten kann; daher ihm auch bei fortgesetztem Gebrauche die Handgelenke anschwellen.

Dergleichen schon früher angewendete ganz eiserne Fäustel (welche Sandel a. a. O. in den schwedischen Abhandlungen Bd. XXXI. S. 295. im Verein mit verstählter Bohrerbahn sehr empfiehlt,) kommen noch jetzt bei mehrerem Bergbaue z. B. in Spanien vor, häufiger noch in nicht durch Bergleute betriebenen Steinbrüchen, und so gros ist die Macht der Gewohnheit und des Vorurtheiles, dass die Arbeiter dieselben nicht nur verstählten Fäusteln weit vorziehen,

Digitized by Google

wenn sie letztere bekommen, sondern sogar wie z. B. in der Sierra Almagrera in Spanien, jenes sich bildende Loch in der Bahn, vom Schmiede gleich anfangs ausdrücklich anbringen lassen, um so nach ihrer Meinung den Bohrer sicherer treffen zu können; hat dasselbe nach und nach über ¾ bis 1 Zoll Tiefe erlangt, so wird es wieder mit einem Stückchen Eisen ausgefüttert.

Die Bahnen verstählter Fäustel bekommen mehrentheils eine (gelbe) Härtung, man hat zwar auch denselben — gleichzeitig wie den Bahnen stählerner oder in letzteren verstählter Bohrer, — eine schwächere — (graublaue) ja selbst gar keine Härtung zu geben versucht, jedoch ohne günstigen Erfolg. (Vergl. das oben §. 15. bei Gelegenheit der Bohrer darüber Gesagte.)

Die gewöhnlichen Helme sind, wie für anderes Gezähe, von Rothbuchen-, Eschen- u. dergl. Holze, biegsame etwa 1 Zoll stark, von selbstwüchsigen Haselnuss- oder Jung-Eichen-Stämmchen.

Das Gewicht der Bohrfäustel richtet sich 1) nach der Stärke des Bohrers, ob ein- oder zweimännisch gebohrt wird, ob aufwärts, söhlig oder abwärts. Ein gröserer Bohrer verlangt natürlich auch ein gröseres Kraftmoment um ihn in Antrieb zu bringen, daher ein schwereres Fäustel. Die Richtung, in der gebohrt wird bestimmt auch die der Führung des Fäustels; erfolgt diese aufwärts, so ist das Gewicht des letzteren hemmend, erfolgt sie söhlig, so ist dasselbe gleichgültig, erfolgt sie abwärts; so unterstützt es die Kraft des Arbeiters; daher muss es im ersten Falle verhältnissmäsig am kleinsten, im letzten kann es am grösten seyn.

Das Gewicht der einmännischen Bohrfäustel — Handfäustel — für Förstenbaue, Ueberhauen u. dergl. ist 2½ bis 4 Pfund, für Abteufen, Strossenbaue u. a. 4 bis höchstens 6 Pfund, jedoch hat man auch 2 ja 1½ Pf. schwere, wie z. B. im Rammelsberge auf dem Unterharze. (Vergl. Freiesleben a. a. O. Thl. I. S. 449. §. 716.) welche durch zu grose Leichtigkeit eben so wohl zu unwirksam sind, als 7 bis 8 Pf. schwere den Arm des Häuers unnöthig ermüden.

Auch zweimännischen Fäusteln hat man nicht zuviel Gewicht sondern lieber ein gröseres Moment durch längere Helme zu geben; das mittlere Gewicht derselben ist 7 bis 9 Pfd. Gewichte von 12 bis 18 Pfd. wie dergl. noch bei manchem Bergbaue in Anwendung kommen, sind, ausser etwa bei nothwendiger Weise sehr langen und starken Bohrern, ganz nutzlos, geschweige denn Fäustel von 36 bis 40 Pfd. (17 — 18, 5 Kilogr.) wie dergl. noch jetzt für das dreimännische Bohren bei dem Eisensteinbergbau auf der Insel Elba angewendet werden (Vergl. Karsten und v. Dechen. Archiv f. Mineralogie Bd. XV. (1840) S. 416 und Annales des mines, 3. ser. (1839.) t. XVI. p. 8.)

Die Länge des Helmes einmännischer Bohrfäustel beträgt wie die anderer Handfäustel 10 bis 12 Zoll, gröser und kleinerist sie ungünstig; die von zweimännischen 24 bis 30 Zoll.

Ausser zum Bohren dient übrigens das Handfäustel auch zum Besetzen, Eintreiben des Besatzes, Ziehen der Räumnadel, so wie zu Hülfsarbeiten. — Zum Eintreiben des Stampfers beim Besetzen (S. §. 19 und 43.) bedient man sich endlich aber auch in einzelnen Fällen statt der Fäustel harthölzerner Schlägel. Diese bekommen dann einfach und zweckmäsig die Gestalt der Zimmermanns- oder Böttcher-Schlägel; bestehend aus einem stärkeren cylindrischen Kolben von 5 — 6 Zoll Höhe an einem kurzen Helme das aber in der Axeurichtung des Cylinders daran befestigt ist.

§. 18. Der Krätzer — Mehlkratzer — Taf. VII. Fig. 26. A. C. Seiten- B. obere Ansicht, — dient um das durch das Bohren gebildete Steinmehl, (Bohrmehl,) aus dem Bohrloche herauszuschaffen, sofern es nicht von selbst herausfällt, was nur bei einem sehr stark, fast saiger, aufwärts gerichteten Bohrloche der Fall ist indem bei allen flacher aufwärts, vollends bei niederwärts gerichteten Bohrlöchern ein kleinerer oder gröserer Theil des Mehles durch die Adhäsion und Reibung zurückgehalten wird.

Der Krätzer besteht aus einem schwachen Eisen-

Digitized by Google

stabe a von runden oder mehr vierseitigen Querschnitte, an welchem vorn eine, am besten etwas concave Scheibe b, der Löffel oder das Blättchen, rechtwinklich und excentrisch gegen die Axe des Stabes angesetzt ist. Statt dieses Blättchens ist aber auch wohl, wie z. B. hier und da in Spanien, ein wirklicher kleiner Löffel, in der Richtung des Stabes selbst, angebracht. Am oberen Ende des Stabes ist gewöhnlich das Oehr c, befindlich, entweder nur durch Umbiegen des, dazu schwächeren Endes gebildet, wie in Fig. A. oder als wirkliches durchgeschlagenes Oehr, wie in Fig. C. Dieses Oehr dient, um mit Hülfe eines Lappens oder eines Wergpfropfens das fertige Bohrloch zuletzt noch rein auszuwischen oder auszutrocknen.

Der Krätzer wird von Eisen gefertigt; da er keine grose Anstrengung auszuhalten hat, so kann der Stab schwach, ¼ bis höchstens ⅜ Zoll stark seyn; er muss mindestens ⅓ bis ½ Fus mehr Länge haben als die gröste Tiefe der Bohrlöcher für welche er gebraucht werden soll, daher eben so lang oder nur einige Zoll kürzer als der Abbohrer, für einmännisches Bohren zu einem 30 Zoll langen Abbohrer einen 24 Zoll langen Krätzer zu geben, wie es wohl hier und da geschieht, würde daher ein unpassendes Verhältniss seyn, man müsste denn auch anfangs gar zu viel auf die allmälige Abnutzung des Abbohrers rechnen.

Der Durchmesser des Blättchens — wenn dieses länglich rund ist, der kleinere, — reicht hin wenn er ⅘ bis ⅔ von dem des Bohrloches ist, damit er bequem ein und ausgeführt werden kann.

§. 19. Der Stampfer, — Ladestock, Ladestösel, das Ladeeisen, — Taf. VII. Fig. 27. bis mit 31. dient um den Letten- oder sonstigen Besatz zum Verschlusse des Bohrloches über dem Pulver ein- und festzustampfen, wenn man sich überhaupt eines derartigen Besatzes bedient.

In der gewöhnlichen Form und Einrichtung, wie sie Fig. 27. A. Seiten- B. untere Ansicht dargestellt, besteht er aus einem (Eisen-) Stabe a) von rundem Queer-

Digitized by Google

schnitte, welcher gegen das untere Ende hin allmälig an Stärke zunimmt, kolbig wird, wodurch der sogenannte **Schuh** b, gebildet wird, dessen Grundfläche dem Queerschnitte des Bohrloches ziemlich gleich ist. In der Umfläche dieses stärkeren Theiles ist endlich noch eine Spur c, parallel der Axe angebracht, welche sich nach oben, in demselben Mase verläuft als der Schuh in die schwächere Stange übergeht; sie dient um beim Besetzen der Räumnadel (S. §. 20.) neben dem Stampfer den nöthigen Raum frei zu lassen. Ebenso wie der Schuh ist auch das obere Ende der Stange mit einer Bahn versehen, erstere zum Feststampfen, letztere um mit dem Fäustel darauf zu schlagen.

Da in dem Materiale und selbst der Form der Stampfer mehrere Abänderungen in Anwendung gekommen sind, so möge vorerst hinsichtlich der **Masverhältnisse** folgendes bemerkt werden.

Weil der Stampfer für seinen eigentlichen Zweck nicht auf den Grund des Bohrloches sondern nur bis auf die Pulverladung hinabzureichen braucht, so kann er eigentlich allemal kürzer seyn als der Abbohrer, höchstens mit der Länge der Tiefe des Bohrloches gleich kommen, obschon man auch ihn unnöthiger Weise wohl selbst noch **länger** darstellt als den Abbohrer; die Länge des Schuhes ist ziemlich gleichgültig, nur soll er nicht zu plötzlich und schnell gegen die Stange abfallen, weil er dann leicht einen scharfen Rand bekommen und um so eher Funken reissen könnte; 8 bis 10 Zoll reichen hin. Der gröste Durchmesser des letzteren, in der Grundfläche, muss wie schon bemerkt, dem des Bohrloches, ziemlich gleich seyn, um den ganzen Besatz zu fassen und nicht einseitig zusammen zudrücken; nur um soviel kleiner, dass der Stampfer leicht und ohne grose Reibung aus und ein geht. Die Dicke der Stange hingegen darf nicht gröser seyn, als dass die Räumnadel noch daneben gut Platz hat, daher sie, vornehmlich bei schwachen einmännischen Bohrlöchern kaum hinreichend stark genug gemacht werden kann dass sie sich nicht biegt, um so mehr als der Stampfer

Digitized by Google

wie alsbald darzuthun seyn wird, am wenigsten von Stahl seyn darf.

Das Material zu diesem Stampfer ist meistentheils Eisen und zwar weiches, gut ausgeglühtes; weil dasselbe durch den Gebrauch beim Besetzen nach und nach hart wird, so muss dieses Ausglühen auch nach je mehrwöchentlichen Gebrauche immer wiederholt werden. Unnöthig und gefährlich aber ist das wenigstens früher, vielleicht aber auch noch jetzt hier und da vorkommende Verfahren den Stampfer in der Bahn des Schuhes zu verstählen.

Der Stampfer ist nehmlich das erste von denjenigen zum Laden und Besetzen der Bohrlöcher nöthigen Gezähen, dessen Gebrauch ein zu frühzeitiges Losgehen des Schusses und somit Gefahr für die Arbeiter herbeiführen kann, wenn er durch hartes Zusammentreffen mit quarzigen oder ähnlichen Gemengtheilen, die in den Wänden des Bohrloches oder in dem Besatze enthalten sind, Feuer reisst, d. h. Funken erzeugt, welche bis zu dem Pulver hinabgelangen können, insbesondere wenn dasselbe frei d. h. ohne Patrone, in das Bohrloch hineingeschüttet worden ist. Man hat daher diesem Funkenreissen durch den Stampfer auf verschiedene Art vorzubeugen gesucht, theils durch das Material, theils durch die Gestalt und Einrichtung des Stampfers.

Am öftersten hat man diess versucht durch kupferne Stampfer welche man bei dem freiberger Bergbaue (schon im Jahr 1834, später nochmals im Jahre 1842,) versucht, bei dem mansfelder Bergbaue, wenig später in dauernde Anwendung genommen hat; (Vergl. Karsten und v. Dechen Archiv für Mineral. u. s. f. Band XII. (1838) S. 187. u. ff.) Es sind entweder:

1) ganz kupferne Stampfer, welche jedoch, um das Straubenschlagen an der oberen Schlagbahn, selbst das Verbiegen und Krummschlagen der Stange zu verhüten, nicht mit gewöhnlichen Fäusteln, sondern mit harthölzernen Schlägeln zu behandeln räthlich ist. (Vergl. Karsten und v. Dechen a. a. O. S. 189.) sofern die geringere Gesteinsfestigkeit ein so schwaches Zusammen-

Digitized by Google

schlagen des Besatzes genügen lässt, wie es durch hölzerne Schlägel nur bewirkt werden kann; oder 2) man hat, schon der mehreren Wohlfeilheit wegen, oben einen 5 — 6 Zoll langen eisernen Kopf angesetzt, oder endlich 3) die Stange gröseren Theils von Eisen gefertigt und unten mit einem Schuh von Kupfer versehen. Der letztere Fig. 28. a, ist wohl am dauerhaftesten durch eine Zunge b, zu befestigen, die zwischen das gabelartig gespaltene untere Ende der Stange eingeschoben, vernietet und eingelöthet wird; oder man kann auch das Ende der Stange mit einem zur Schraube geschnittenen Dorne versehen und den Schuh anschrauben.

Im Mansfeldischen hat man diese ganz und theilweis kupfernen Stampfer sehr bewährt gefunden und beibehalten, in Freiberg hingegen keineswegs. *) Abgesehen von der weit gröseren Kostspieligkeit der ganz kupfernen war eine Behandlung mit hölzernen Schlägeln durchaus nicht hinreichend um den Besatz so fest zusammen zu schlagen, dass er nicht aus dem Loche herausgeworfen wurde; bei dem gewöhnlichen festen Besetzen mit eisernen Fäusteln schlugen sich aber sehr bald Strauben an der Bahn, bei ganz kupfernen auch an der oberen Schlagbahn; noch wesentlicher war aber, dass sich die ersteren bald bogen, wieder gerichtet werden mussten, kupferne Schuhe aber sehr schnell abgeschlagen wurden. Beides beruht darauf, dass für einmännische Bohrlöcher von gewöhnlicher Weite von 1 — 1¼ Zoll die Stange nicht über ⅝ Zoll, (1,488 centim.) stark werden darf, eine Stärke die einen kupfernen Stampfer schon beim Besetzen nicht vor dem Biegen sichert, noch weniger aber, wenn wie gewöhnlich, der Häuer sich des Stampfers bedient um die Räumnadel zu ziehen, (Vergl. §. 20 und 43.) wobei der letztere Seitenschläge abzuhalten hat. Die Stange biegt sich demnach; bei vorgeschuhten Stampfern aber wird der Schuh desto schneller abgeschlagen, als der Häuer selbst

*) Stampfer mit kupfernen Schuhen hielten daselbst im günstigsten Falle 20 und selbst nur theilweise, Besetzungen aus.

bei ganz eisernen eben jener geringen Dicke der Stange halber den Schuh durch das Oehr der Nadel stecken muss und auf diesen schlägt.

Diesen ganz nahe verwandt sind 4) eiserne Stampfer mit bronzenen Schuhen. Diese wurden, in der Gestalt von Fig. 29. schon im Jahre 1815 durch den Doct. Paris in England erfunden und seitdem in Cornwall durchgängig und bis sie die Erfindung der Sicherheitszünder (S. §. 31. 50) dort entbehrlich machte, angewendet, nachdem sich ganz bronzene zu unhaltbar gezeigt hatten. (Vergl. Transact. of. the roy geol. soc. of Cornwall. vol. I. (1818) p. 88. — Karsten und v. Dechen. Arch. f. Mineralog. Bd. XII. (1838) S. 198) — L. W. Gilbert Annalen der Physik, neue Folge Bd. XXIX. (1818) S. 224) — Die, aus 86 Th. Kupfer und 14 Th. Zinn zusammengesetzte, Bronze ist, wie alle, härter als Kupfer, daher auch wohl dauerhafter. Im Uebrigen möchte von diesem Stampfer dasselbe gelten was von den mit kupfernen Schuhen. Noch weit unzureichender durch Unhaltbarkeit haben sich 5) eiserne Stampfer mit Schuhen von noch weicheren Metallcompositionen bewährt; nehmlich a) aus 2 Theilen Zinn und 1 Theil Zink, b) 2 Blei, 1½ Zink und 1 Zinn. *) Man versuchte dieselbe in der Absicht um dem Funkenreissen noch mehr vorzubeugen, indem den Erfahrungen nach, (von denen später in §. 57. dieses Abschnittes mehr zu sprechen seyn wird,) selbst Kupfer Funken zu geben vermag, obschon dahin gestellt bleiben muss, welcher Art dieselben, und ob sie Pulver zu entzünden fähig sind.

Diese Köpfe können entweder um von der Stange ausgehende eiserne Stifte herum augegossen und abgedreht, oder auch durch Zunge und Gabel befestigt werden.

6) Hölzerne Stampfer, schon im letzten Jahrzehend des 18ten Jahrhunderts in Freiberg versucht, wurden in vorzügliche Anregung wieder gebracht im

*) Bei den in den Jahren 1834 und 1835 in Freiberg angestellten Versuchen wurden die ersteren nach 15, die anderen nach 7 Besetzungen unbrauchbar.

Jahre 1811 durch den Bergmeister Spangenberg in Suhl (Vergl. die Beilage zu No. 7. des Henneberger Intelligenzblattes vom 13. Febr. 1811. und L. W. Gilbert, Annalen der Physik, Neue Folge Bd. XXVI. (1817) S. 67.) welcher sie mit gutem Erfolge angewendet haben will, freilich mit weichem Lettenbesatze (S. §. 30.) und mit hölzernem Schlägel behandelt. Nach ihm sollen sie am Besten von Ahornholz gefertigt werden, doch eignet sich auch Roth- und Weiss-Buche Weissdorn — allemal gut ausgetrocknet — dazu.

Auch diese Stampfer versuchte man schon damals, im Jahre 1811, auf den fiscalischen Steinkohlenwerken bei Dresden, im Jahre 1835 wieder bei dem freiberger Bergbaue, theils für sich allein, theils, zu Erlangung härterer Bahnen, 7) mit Schuhen aus den sub 5. genannten Metallcompositionen versehen.

Um die Schlagbahn nicht gar zu schnell zersplittern zu lassen, ist es nothwendig solche Stampfer oben mit einem eisernen Ringe zu binden. Dennoch haben dieselben nur eine sehr geringe Dauer wie alle ähnliche, besonders zusammengesetzte, d. h. nicht aus einem Stücke bestehende Gezähe, um so mehr als alle dergleichen, in den Händen des Häuers nicht eben schonend behandelt werden; nächstdem ziehen sie sich in der feuchten Grubenluft sehr bald krumm, worauf sie nicht mehr in die Bohrlöcher eingehen, was ebenfalls da um so unvermeidlicher ist, wo, wie meistens, der Häuer sein Gezäh nicht nach jeder Schicht aus der Grube ausführt, soweit es nicht wegen des Schärfens, Reparirens u. s. f. nöthig ist, sondern oft wochenlang darin lässt. (Vergl. über diese Stampfer mit verschiedenen anderen Köpfen den Kalender für den sächs. Berg- und Hütten-Mann auf das Jahr 1836. S. 5.) Auch gegenwärtig bedient man sich ihrer noch hier und dort allemal jedoch nur da, wo theils ebenfalls zum Besetzen mit weicher oder lockerer Masse, wie z. B. neuerlich versuchsweise wieder zu Nayag in Siebenbürgen, mit weichem Letten, theils, wie bei der obengenannten allerältesten Anwendung, nur um die ersten Schichten

Digitized by Google

des Lettenbesatzes auf die Pulverladung zu bringen, welche ohnehin nur aufgedrückt, nicht aber stark zusammengeschlagen werden sollen, um der in diesem Zeitpunkte der Arbeit grösten Gefahr der vorzeitigen Entzündung des Pulvers durch gerissene Funken, vorzubeugen (S. §. 43.) wie noch jetzt z. B. in Schemnitz in Ungarn.

Eine Erwähnung des Gebrauches hölzerner Stampfer bei Schiesarbeiten in Ostindien findet sich auch im Mining rewiew vol. IV. (1838.) p. 96.

8) Hölzerne Stampfer mit eisernen Obertheilen — sind vom Steiger Kurtz zu Clausthal bei dem von ihm erfundenen Schieszeuge angewendet worden — Fig. 30. A. vordere, B. Seiten-Ansicht. (Vergl. Karsten und v. Dechen Archiv für Mineral. u. s .f. Bd. XVI. (1842.) S. 376.)

Der hölzerne Stampfer a ist hier gewissermasen nur der Schuh des eisernen Aufsatzes b in den er eingeschraubt oder mittelst Zapfens und hindurch geschlagener Niete befestigt ist. Auch kann wie in Fig. 30 C. dieser Aufsatz oben kolbig gefertigt, auch, wo es der Führung im beschränkterem Raume wegen nöthig ist, mit einem Handgriffe c versehen werden, um dem Stampfer Gewicht genug zu geben, dass er ohne Hülfe des Fäustels, durch sein eigenes Moment, wie ein Ladestock wirkt; was freilich ebenfalls nur da anwendbar ist wo der Besatz nicht sehr fest zu seyn braucht, obschon nach dem obenangeführten Aufsatze diese Benutzungsweise selbst in festen Gesteinen sich haltbar genug erwiesen haben soll.

Vergleicht man die Eigenthümlichkeiten jener verschiedenen Materialien, so lässt sich nicht verkennen, dass der, aus weichem Eisen gefertigte und durch wiederholtes Ausglühen während des Gebrauches weich erhaltene Stampfer der für die allgemeine Anwendung brauchbarste, dauerhafteste, in der Unterhaltung wohlfeilste und, sofern von den Arbeitern wenigstens die nöthigste Vorsicht angewendet wird, auch hinreichend sichere ist, da bei einer sonst richtigen Besatzungsmethode die Ge-

Digitized by Google

fahr der Feuererzeugung und der Entzündung des Pulvers durch den Stampfer immer die geringere ist.

Verschieden von den beschriebenen — der Gestalt und dem Materiale nach, — ist der Fournet'sche Stampfer, Taf. VII. Fig. 31. A. vordere, B. Seiten- C. untere Ansicht. (Vergl. Annales des mines 3. ser. t. XIII. (1838) p. 319. und Karsten und v. Dechen Arch. f. Miner. Bd. XII. (1838) S. 192.)

An der eisernen Stange a sitzt der Schuh in Gestalt einer kupfernen (wahrscheinlich angelötheten) Scheibe b; welche statt der Spur in der Mitte mit einer Durchbohrung für die Räumnadel versehen ist. In einiger Höhe darüber ist an der Stange eine kleine Leitung c befindlich, welche bei der Handhabung des Stampfers beim Besetzen die Nadel in gerader Richtung erhält. — Durch diesen Stampfer soll die Gefahrlosigkeit beim Besetzen sehr vermehrt werden, sowohl durch die Fertigung des Schuhes von Kupfer, als auch, und wesentlich, dadurch, dass die Nadel selbst, bei deren Anwendung viel grösere Gefahr stattfindet, ganz in der Mitte des Bohrloches, daher ausser aller Berührung mit den Wänden desselben steht, so dass man nur zu med Besatze ein von funkenerzeugenden Gemengtheilen freies Material anzuwenden hat, während gegentheils deren Vorhandenseyn in den Bohrlochswänden nicht beliebig vermieden werden kann. Einen Mangel scheint jedoch dieser Stampfer — abgesehen von der schwierigeren und daher kostspieligeren Anfertigung, — darin zu besitzen, dass die Stange so schwach seyn muss dass sie die Mitte des Bohrloches ganz frei lässt, während sie doch auch andererseits an dessen Umfang so wenig als möglich anstosen soll, um nicht — als von Eisen — Funken zu reissen, wodurch sie für gewöhnliche, einmännische Bohrlöcher zu einer ganz und gar unhaltbaren Dünne zusammen schwinden müsste.

Eines ähnlichen nur einfacheren Stampfers, mit halbringförmigem Schuh, welcher sonach die in der Mitte stehende Nadel nur theilweis umfasst und daher beim Besetzen verschiedentlich gewendet werden muss, hat

Digitized by Google

man sich mit sehr gutem Erfolge für wassernöthige Bohrlöcher auf den fiscalischen Steinkohlenwerken bei Dresden bedient. (Vergl. Kalender für den sächs. Berg- und Hütten-Mann auf das Jahr 1842. S. 123.)

Zu den Stampfern lässt sich endlich auch noch gewissermasen der hölzerne Stock zählen, dessen man sich in den Alaunbrüchen zu Tolfa im Römischen bei der dortigen unbeholfenen Besetzungsweise bedient, um das lose in das Bohrloch eingeschüttete Pulver darin zu vertheilen und fest zu drücken. (Vergl. Annales des mines 1. ser. t. I. (1816) p. 328.)

Der ganze Stampfer ist natürlich entbehrlich 1) wenn der Besatz aus ganz lockerer, pulverförmiger Masse, oder gar aus Wasser, oder 2) wenn er aus einem einzigen zusammenhängenden Pfropfe besteht.

§. 20. Die Räumnadel — Schiesnadel, der Ladespitz. — Taf. VII. Fig. 32 bis mit 36.

Sie dient um in dem Besatze über dem Pulver eine Spur offen zu erhalten oder herzustellen, durch welche das Pulver entzündet werden kann. Ihre ursprüngliche Bestimmung bei der ältesten Weise des Schiesens mit Pflockbesetzung (S. §. 29. 30. 46.) scheint aber die gewesen zu seyn: die im Pflocke schon vorhandene Spur zu reinigen — auszuräumen — wenn sie sich etwa versetzt haben sollte (Vergl. C. Berward — interpres phraseolog. metallurg. 1677. p. 15.) — Ihre Benennung ist daher für beide Bestimmungen gültig.

In der gewöhnlichsten — Fig. 32. — besteht dieselbe aus einem starken Drathe oder schwachen Stabe a, welcher meistens von oben nach unten gleichförmig schwächer wird, unten fast in eine Spitze ausläuft, mit dem oberen Ende aber an einen Ring b angesetzt ist, um ihn daran zu handhaben, zu ziehen. Dieses gleichförmige Abnehmen an Durchmesser ist, nächst möglichster Glätte der Oberfläche, nothwendig um die Nadel leicht aus dem Besatze herauszuziehen und zugleich die zurückbleibende Zündöffnung so klein werden zu lassen, als sie noch irgend brauchbar ist. In eine völlige Spitze darf die Nadel indess vorn nicht auslaufen, sondern muss

Digitized by Google

daselbst etwas abgerundet seyn. Früher bei dem sogenannte Röhrelschiesen (S. §. 31. 43.) hatte man sie jedoch auch ganz cylindrisch; bei dessen neuester Wiederanwendung wenigstens sehr wenig abnehmend, weil dabei das Ziehen der Nadel an sich leichter ist, bei einer stark abfallenden auch das davon nicht ganz ausgefüllte Schiesröhrchen beim Besetzen zerdrückt werden könnte. (S. die genannten §.§.)

Besteht die Nadel aus anderem Metalle als der Ring, so ist sie an denselben angelöthet, genietet, auch wohl noch durch ein übergelegtes Band befestigt, wie in der Fig. 34.; hölzerne und andere nicht metallne Nadeln endlich bekommen auch andere, ihrer Beschaffenheit angemessene Befestigungen, ja selbst einen anderen Angriff, wovon alsbald weiter zu sprechen seyn wird. Eine von der gewöhnlichen verschiedene Einrichtung hat die zu dem Fournet'schen Schieszeuge gehörige Nadel Fig. 35. (Vergl. Annales des mines 3. ser. t. XIII. (1838) p. 319.) Bei ihr fällt der Ring weg, weil man, da sie in der Mitte des Bohrloches aufgesetzt wird, den im vorigen §. 19. beschriebenen, zu ihr gehörigen Stampfer (Fig. 31.) mit der in der Mitte seines Schuhes befindlichen Bohrung von oben darüber streifen und eben so davon abziehen können muss; um sie zu ziehen, wird durch einen in ihrem oberen stärksten Ende angebrachten Schlitz a ein eiserner Riegel durchgesteckt.

Noch eine andere Gestalt hatte endlich diejenige Nadel, deren sich der ehemalige Oberhüttenamtsassessor Wenzel zu Freiberg bei den ersten Versuchen mit Luftbesetzung — dem sogenannten Raumschiesen — (S. §. 29. und 49.) im Jahre 1790 bediente um den Pfropf von der Pulverladung in einem gewissen Abstande und dadurch zwischen beiden einen leeren Raum zu erhalten. (Vergl. A. W. Köhler, bergmännisches Journal, Jahrgang III. (1790) Bd. 2. S. 189.)

Diese Nadel Fig. 36. war am unteren Ende a mit Schraubenwindungen versehen um daran den Pfropf zu befestigen, vom oberen Ende herein, unterhalb des Ringes

Digitized by Google

aber mit durchgeschlagenen Löchern, dnrch welche ebenfalls ein eiserner Riegel gesteckt wurde, welcher sich über der Mündung des Bohrloches auf die Gesteinbrust auflegte und so die Nadel sammt dem Pfropfe in einer gewissen Tiefe des Bohrloches erhielt, so dass sie auch durch das Besetzen nicht tiefer eindrangen.

Das Material zu der Räumnadel war anfangs durchgängig und ist bei sehr vielem Bergbaue noch jetzt, Eisen, weil eiserne Nadeln am einfachsten, — aus einem Stücke oder durch Zusammenschweisen der Nadel mit dem Oehre, — gefertigt werden können, verhältnissmäsig wohlfeil sind und die gröste Haltbarkeit besitzen, daher unter sonst gleichen Umständen am dünnsten dargestellt werden können; darin liegt auch der Grund, dass sie noch jetzt bei so vielem Bergbaue überhaupt beibehalten, von allen Arbeitern, denen die Wahl freigestellt ist, vorgezogen, daher endlich selbst von solchen theilweis selbst da heimlich fortgeführt werden, wo ihr Gebrauch streng verboten ist. — Nun ist aber die Räumnadel dasjenige Stück des Schiesgezähes, an dessen Gebrauch sich, bei der gewöhnlichen Besetzungsweise, die hauptsächlichste Gefahr einer zu frühen Entzündung der Pulverladung knüpft und zwar zu Folge der Reibung, welche beim Herausziehen der in den Besatz eingepressten Nadel, zwischen ihr und den Bohrlochswänden oder dem umgebenden Besatze stattfindet und welche bei ungeeignetem Materiale der Räumnadel, mit quarzigen oder ähnlichen Gemengtheilen in der Besatzmasse oder den Bohrlochswänden sehr leicht Funken hervorrufen, die gerade bei diesem Theile der Arbeit und bei diesem Gezäh auf dem nächsten Wege zu dem Pulver gelangen können. Ein solches, vermöge seiner Fähigkeit sehr leicht Funken zu erregen, in dieser Hinsicht ungeeignetestes Material ist aber bekanntlich das Eisen.

Weit sicherer und daher zweckmäsiger sind daher Räumnadeln von Kupfer oder Kupferlegirungen; von Messing oder dem kupferreicheren Tombak, alle mit eisernen Ringen, welche angenietet, wohl auch nur

Digitized by Google

minder gut, nur angelöthet sind. Messing und Tomback sind unter sich in den Ergebnissen der Anwendung wenigverschieden, gegen das reine Kupfer aber härter und wohlfeiler, dahingegen besonders Messing, spröder und desshalb minder dauerhaft als letztere. Dergleichen Nadeln waren bei dem sächsischen Bergbaue schon zu Ende des dritten Viertels des 18ten Jahrhunderts ganz allgemein, theilweis sogar schon in der Mitte des letzteren — im Jahre 1758. — in Gebrauch*) (Vergl. Otia metallica Theil III. Schneeberg 1758 §. 9. S. 114.) und sind es bei demselben bis in die neueste Zeit — im freiberger Revier mehr kupferne, in den obergebirgischen mehr tombackene oder auch messingne, — überall da vorschriftmäsig geblieben, wo ohne Schiesröhrchen besetzt wird, oder überhaupt die Räumnadel in unmittelbare Berührung mit dem Besatze und den Bohrlochswänden kommt; eine Einrichtung, welche bei jedem wohlgeregelten Bergbaue beobachtet werden sollte, da in der hier und da wohl dagegen erhobenen Annahme: dass das Gebirge nicht Feuer reisse, gar zu wenig Sicherheit liegt. Eine solche Vorsicht ist aber in allen denjenigen Fällen um so nothwendiger, wo die Häuer zu einer gewissen, möglichst grosen Arbeitsleistung in der Schicht streng angehalten und dadurch noch mehr verhindert werden, beim Besetzen mit derjenigen Behutsamkeit zu Werke zu gehen, die sie leider ohnehin oft genug ihre eigene Gedankenlosigkeit vernachlässigen lässt. — Die Räumnadel nur zum Theil — nach dem Vorschlage Fournet's nur die 2½ bis 3 Zoll lange Spitze — von Kupfer zu machen, wie diess auch in England schon weit früher geschehen ist, (Vergl. Transact. of the roy. geol. soc. of Cornwall. Vol. I. (1818) p. 92.) würde theils, in letzterer Kürze, ganz unnütz, theils wegen der Schwierigkeit das Kupfer mit dem übrigen eisernen Theile,

---

*) Calvör sagt (Thl. II. Cap. 3. §. 7.) „dass messingne Räumnadeln auf dem Harze“ schon 1686 eingeführt worden seien, und allerdings erwähnt ihrer Zumbe schon in seiner 1687 ertheilten Anweisung für das Lettenschiesen, doch scheinen sie später wieder aufgegeben worden zu seyn.

besonders bei so geringer Stärke, fest genug zu verbinden, unpraktisch seyn.

Die von Seiten der Häuer dem Gebrauche von Nadeln aus Kupfer oder Kupferlegirungen gemeiniglich entgegen gesetzten Einwände sind die oben angedeuteten: 1) dass sie sich schwerer ziehen lassen und leichter zerreissen, messingene leichter zerbrechen, als eiserne; 2) dass sie schon desshalb stärker seyn müssen und dadurch wieder eine stärkere Zündspur herstellen, durch die ein gröserer Theil der Kraft entweicht. Indess kann bei einer richtig und bedachtsam behandelten Nadel weder das eine noch das andere so leicht statt finden, indem, wenn die Nadel, wie es vorschriftsmäsig geschehen soll, nicht erst zuletzt, nachdem der ganze Besatz darauf gebracht ist, mit einem Male gezogen wird, sondern absatzweise und in demselben Mase als eine Schicht nach der andern darauf gekommen ist, die Nadel weder so fest eingeklemmt werden noch auch eine grösere Oeff-freilassen kann, als eben ihrem schwächsten, nach und nach aufrückenden Theile entspricht.

Eher liesse sich als ein anderer Einwand, der schon bei den Stampfern erwähnte Umstand erheben: dass auch Kupfer und dessen Legirungen Funken zu erzeugen vermögen. Obschon man jedoch zu verschiedenen Malen dergleichen Funken selbst eine Entzündung des Pulvers zuschreiben zu dürfen gemeint hat, so ist diess doch, — was später in §. 57. noch näher erörtert werden wird, — nach den neueren empirischen und wissenschaftlichen Erfahrungen sehr unwahrscheinlich, daher noch von keinem Gewichte.

Dennoch hat man um der Gefahr noch mehr vorzubeugen auch noch andere Stoffe versucht.

1) Räumnadeln aus Zinn und Blei, im Verhältnisse von 4 : 1 zusammengesetzt und an eiserne Oehre angenietet, *) liessen sich zwar leicht ziehen, mussten aber sehr behutsam behandelt werden wenn sie nicht

*) Versucht im Jahre 1829 in ehrenfriedersdorfer Revier im sächsischen Erzgebirge.

zerreissen sollten; worauf eben das Hinderniss in den Händen des Häuers beruht. Ein Zusatz von Zink würde die Nadel etwas härter aber nicht in solchem Grade haltbarer machen, dass jene Schwierigkeit dadurch merklich gehoben würde.

2) Kupferne und messingne Räumnadeln mit Ueberzügen von: a) Zinn; b) Blei; c) Zinn und Blei; d) Zinn und Zink; endlich sogar mit Caoutchouc-Lack, *) wurden nach wenigen Besetzungen von diesen Ueberzügen entblöst, so dass sie für einen fortgesetzten Gebrauch alle 3 bis 4 Schichten hätten neu überzogen werden müssen. Besonders würde diess von dem Caoutchouc-Lacke gelten; (dessen Untauglichkeit hierzu natürlich gleich von vorn herein vorauszusehen, daher der ganze Versuch damit nur als ein gelegentlicher, ohne alle Aussicht auf Erfolg, zu betrachten war.) (Vergl. Kalender für den sächs. Berg- und Hütten-Mann auf das Jahr 1836 S. 4.) Noch weit weniger praktisch anwendbar kann daher das gleichfalls in Vorschlag gekommene Ueberziehen eiserner Räumnadeln mit diesen Metallen und Metallgemischen erscheinen, indem sich diese Ueberzüge nicht nur eben so schnell davon abarbeiten und dann die Nadel ebenso gefährlich werden lassen wie jede blos eiserne, sondern dieselben auch schon bei dem ersten Gebrauche die Gefahr noch dadurch erhöhen, dass sie durch ihre Weichheit scharfkantigen Quarz- und und andern harten Körnern, welche sehr leicht zufällig zwischen die Nadel und die Bohrlochswände hineingerathen können, gestatten sich beim Ziehen der Nadel desto fester in dem Ueberzug einzusetzen, denselben zu durchritzen, und nun unmittelbar auf den darunter liegenden Eisenkern wirken zu lassen, wodurch nothwendig Funken gerissen werden müssen.

3) Hölzerne Räumnadeln brachte schon der Bergmeister Spangenberg in Suhl im Jahre 1811, in Verbindung mit den oben erwähnten hölzernen Stampfern in Anwendung, (Vergl. L. W. Gilbert,

*) Versucht im Jahre 1833 im freiberger Reviere.

Annalen der Physik, Bd. LVI. (1817.) S. 67.) Er fertigte sie aus gespaltenem jungen Ahornholze, welches in siedendem Wasser ausgekocht und dann mit heissem Oele getränkt wurde, um sie zäh und geschmeidig zu machen. Oben wurden sie in einem Handgriffe von der Art des an einem Nagelbohrer versehen, — Fig. 33. a. — und in diesem mittelst eines um ihr oberes Ende von oben herein getriebenen Keiles befestigt. Spangenberg will diese Nadeln sehr brauchbar und sogar weit haltbarer als kupferne (!) gefunden haben, welche letztere Behauptung, selbst unter Berücksichtigung des von ihm mit angewendeten weichen Lettenbesatzes, erlaubt seyn wird zu bezweifeln.

In neuerer Zeit sind sie unter anderen wieder bei der Kurtzs'chen Besatzmethode (Vergl. Karsten und v. Dechen, Arch. für Mineral. Bd. XVI. (1842) S. 378) in Anwendung gebracht worden, wo sich, den Versuchen nach, am brauchbarsten gut ausgetrocknetes Weiss- (Hain-) Buchen- oder Weissdorn-Holz dazu geeignet haben sollen. Letztere Nadeln sind an eisernen Oehren — Fig. 34. a — auf die Weise befestigt, dass zwei an dem Oehr sitzende Flügel b das obere keilförmig zugeschnittene Ende c der Nadel zwischen sich fassen, auch in dessen Seiten durch innen einspringende Zähne eingreifen, über das Ganze aber ein eisernes Band d gezogen ist.

Dergleichen hölzerne Nadeln gewähren zwar alle mögliche Sicherheit, können aber ohngeachtet aller Behutsamkeit welche beim Ziehen angewendet wird, doch nur eine geringe Haltbarkeit nnd Dauer haben, besonders da wo fest besetzt wird und werden muss.

Noch unbrauchbarer haben sich

4) Räumnadeln von Fischbein erwiesen, welche angeblich in den Rheingegenden in Steinbrüchen mit Nutzen angewendet werden sollen und nach dieser Mittheilung im Jahre 1839 auch bei dem freiberger Bergbaue versucht wurden.

Selbst mit Glas sorgfältig glatt abgezogen, liessen sich solche Nadeln gleich bei dem ersten Besatze so schwer ziehen, dass sie nur mit Mühe aus demselben

Digitized by Google

herausgebracht werden konnten und mehr als ein paar Besetzungen nicht überdauerten, indem sie entweder selbst zerrissen, oder noch öfters von dem eisernen oder messingenen Oehr losgingen, in welches sie eingeschraubt waren, wogegen der einzige Vortheil ihrer Biegsamkeit gar nicht in Betracht kommen konnte. (Vergl. Kalender für den sächs. Berg- und Hütten-Mann, Jahrg. 1841. S. 116.)

Endlich sind noch zu erwähnen die hohlen, der Axe nach durchbohrten Räumnadeln, welche sonach dünne, nach vorn schwächer und enger zusammenlaufende, jedoch an beiden Enden offene Röhrchen von Eisen oder Messing darstellen, übrigens oben ebenfalls an Ringen sitzen. Die Veranlassung dazu gab die nicht grundlose Vermuthung: dass zum Theil die zu frühe Entzündung des Pulvers eine Folge der Zusammenpressung der Luft über und unter dem Pulver beim Besetzen und des dadurch Freiwerdens von Wärme sei, welcher Gefahr man daher anscheinend vorbeugen könnte, dass man dieser eingesperrten Luft beim Besetzen einen Ausweg zum Entweichen durch die hohle Räumnadel offen liesse.

Die im Jahre 1844 bei dem freiberger Bergbaue mit dergleichen Nadeln angestellten Versuche haben jedoch keinen guten Erfolg gegeben, weil die Nadeln nicht nur eine sehr geringe Haltbarkeit hatten, leicht gebogen, gebrochen oder zerrissen wurden, sondern auch sich gern in der unteren engsten Mündung verstopften.

Nach dem Allen bleiben massive kupferne oder legirte kupferne Räumnadeln bei der gewöhnlichen Besetzungsweise die sichersten und brauchbarsten, eiserne aber nur da statthaft, wo die Nadel auf irgend eine Weise von dem Besatze und den Bohrlochswänden ausser aller und jeder unmittelbaren Berührung gehalten wird, und es ist sehr bedauerlich, dass noch bei sehr vielem Bergbaue auch da, wo jene Bedingung nicht erfüllt ist, z. B. zum grösten Theile in Frankreich, (wie diess die Commission zur Prüfung des Fournet'schen Schieszeuges a. a. O. selbst ausspricht;) zum grosen Theile selbst in England, wenigstens bis zur Einführung der Sicherheitszünder, theilweis aber auch noch jetzt, und in noch vie-

Digitized by Google

len anderen Ländern, zumal aber fast überall bei Steinbruchs- und anderen durch Tagelöhner betriebenen Arbeiten, die eiserne Räumnadel noch weit gewöhnlicher im Gebrauche ist, als jene erst genannten und man alles gethan zu haben glaubt, wenn man sie von weichem Eisen fertigt und öfters ausglüht.

Die Masverhältnisse der Räumnadeln von gewöhnlicher Einrichtung anlangend, so haben letztere zwar sehr häufig eben so viel Länge als die Abbohrer, ja zuweilen noch mehr, jedoch brauchen sie eigentlich höchstens nur so viel zu bekommen als die gröste Tiefe der Bohrlöcher beträgt, indem sie doch nie bis auf den Grund derselben hinab zu reichen haben. Die geringste Länge ist die, bei welcher sie noch bis in die halbe Höhe der Pulverladung hineinreichen, und dabei noch mehrere Zoll, und überhaupt soweit über die Mündung des Bohrloches herausragen, dass sie bequem gehandhabt werden können, auch mit dem obersten, stärksten Theile nicht mehr in den Besatz treffen.

Die Dicke ist gerade nur so gros zu machen, als sich mit der nöthigen Haltbarkeit sowie mit der Art der angewendeten Zündvorrichtungen vereinigen lässt; je geringer sie, je enger somit die Zündspur seyn kann, desto besser für die Wirkung des Schusses. Der sicheren Befestigung am Oehr halber giebt man übrigens selbst den mehr cylindrischen Nadeln gegen das obere Ende hin auf mehrere Zoll Länge, welche ausserhalb des Besatzes bleiben, eine nach oben zunehmende Stärke, wie diess bei ganz kegelförmigen ohnehin der Fall ist; ebenso solchen welche statt des Ringes oben durchlocht sind.

Die Stärke des wirksamen, die Zündspur bildenden Theiles, — die durchgängige oder mittlere, — ist $\frac{1}{4}$ bis $\frac{3}{8}$ Zoll, höchstens bei weiten (starken) Bohrlöchern bis $\frac{1}{2}$ Zoll; $\frac{3}{16}$ Zoll möchten nur bei ganz cylindrischen Nadeln, bei besonderen Zündmethoden und eisernen Räumnadeln ausreichen. Der das Oehr bildende Ring bekommt 2 bis $2\frac{1}{4}$ Zoll lichten Durchmesser.

Das Bedürfniss einer Räumnadel fällt natürlich überall da ganz weg, wo die Besetzung in der Weise-

erfolgt, dass aus irgend einer der verschiedenen Ursachen die sich aus der späteren Aufzählung der einzelnen Verfahrungsarten beim Besetzen ergeben werden, ein absichtliches Freierhalten einer Zündspur in der Besatzmasse nicht nothwendig oder möglich ist. (Vergl. §.§. 44. 46. 47. 48, 51—55.)

§. 21. Die Scheere — Kluppe, Zange, — ist ein Hülfsgezäh, bestimmt um abgebrochene und im Bohrloche stecken gebliebene Stücke des Bohrers oder auch anderer Gezähe, aus ersterem herauszuziehen.

In der einfachsten Einrichtung, Taf. VIII. Fig. 1. besteht dieselbe aus zwei langen eisernen Schienen a, welche hinten nach Art einer gewöhnlichen Feuerzange durch einen offenen Ring b verbunden sind, und über welche ein Ring c übergestreift ist.

Vollkommner ist aber die Einrichtung nach Taf. VIII. Fig. 2. A. Seiten-, B vordere Ansicht — bei welcher die ganze Scheere aus zwei Theilen besteht. Der eine wird durch die beiden Backen a gebildet, welche hinten sich zu einer einzigen stärkeren Schiene vereinigen an der wieder ein Handgriff c sitzt; der zweite Theil aber besteht aus dem über jene Backen geschobenen Ringe d an der Schiene e durch die er ebenfalls mittelst des Handgriffes f regirt werden kann.

Diese Scheeren werden in folgender Weise angewendet: Wenn der Ring zurückgezogen worden ist, so klaffen die Backen auseinander, werden auch noch durch ein dazwischen eingespreitztes Hölzchen offen erhalten. In dieser Stellung führt man die Zange in das Bohrloch hinein und sucht das zu fassende Stück dazwischen zu bringen; hat man letzteres bei fortgesetztem Vorwärtsschieben des Hölzchens herausgestosen, so klappen die Backen zusammen und halten das Stück theilweis schon durch ihre eigene Spannkraft fest, noch mehr aber dadurch, dass man den Ring wieder vorwärts schiebt und sie so stark zusammenklemmt, dass sie beim Zurückziehen der Scheere das Gefasste nicht wieder fahren lassen. Die zweite Einrichtung Fig. 2. ist aus dem Grunde zweckmäsiger, weil man hier den

Digitized by Google

Ring d mittelst der Schiene an der er sitzt, bis in das Bohrloch selbst hinein, daher weiter vorwärts schieben kann, als bei der ersten, bei welcher daher die Spannung der Backen das Meiste thun muss das Stück festzuhalten.

Dieses Gezähstück ist am anwendbarsten bei weiteren Bohrlöchern, in engeren würde es zu dessen Einführung und Wirkung an Raum fehlen; gerade bei ersteren aber wird es auch eher nothwendig werden, weil die für diese noch am meisten angewendeten eisernen Bohrer mit angestählten Köpfen weit leichter und öfter dem Abbrechen dieser Köpfe ausgesetzt sind als ganz stählerne Bohrer. Sollte indess bei engeren Bohrlöchern ebenfalls ein solcher Fall vorkommen, so kann man sich als Ersatz der Scheere eines gewöhnlichen Stampfers mit einem an denselben angeklebten Stückchen weichen Lettens bedienen, um das Bruchstück herauszubringen.

§. 22. Der Lettenbohrer, — Trockenbohrer — dient um Bohrlöcher, welche einigem Wasserzudrange ausgesetzt sind, mit einem Futter von trockenen Letten auszukleiden, welches das Wasser wenigstens so lange abhält, bis der Schuss angezündet werden kann.

Dieser Lettenbohrer besteht blos aus einer runden möglichst glatten eisernen Stange a — Taf. VIII. Fig. 3. — welche vorn etwas an Stärke abnimmt, sowohl um sie leichter herausziehen zu können, als auch schon wegen der abnehmenden Weite des Bohrloches. Am oberen Ende ist sie mit einem runden oder auch länglich viereckigen Oehr b, oder mit einem anderen Handgriffe, oder endlich nur mit einem viereckigen Kopfe versehen, an welchem man den Bohrer mittelst eines Schlüssels drehen und auf diese Weise lüften kann. (Vergl. Karsten, Archiv für Bergbau, Band V. (1822.) S. 294.)

Da der Lettenbohrer in in der Weise angewendet wird, dass man das abgebohrte Loch mit Letten ausstampft, und ihn sodann wieder in letzteren eintreibt um so gewissermasen einen neuen Lauf darzustellen, um welchen aber an den ursprünglichen Bohrlochswänden eine dünne Lettenbekleidung zurückbleiben soll, so muss

der Bohrer natürlich allemal etwas schwächer seyn, als derjenige mit welchem zuerst das Bohrloch hergestellt wurde, am unteren Ende daher sogar schwächer als der Abbohrer.

Statt dieses Lettenbohrers kann man sich übrigens, wenn das Bedürfniss davon seltener, er daher nicht gleich zur Hand ist, auch eines gewöhnlichen, nur schwächeren Stampfers bedienen.

Aus dieser Anwendungsweise folgt übrigens, dass der Lettenbohrer bei an sich engen, ja schon bei einmännischen Bohrlöchern von gewöhnlicher Weite, wenig Anwendung finden oder man gegentheils in wassernöthigem Gestein nicht so eng bohren kann, weil durch das Ausletten der Raum noch mehr verengt und dadurch ganz unbrauchbar werden würde.

§. 23. Der Schlüssel, — ist ein jetzt und wohl auch schon früher nur selten angewendetes Gezäh, dessen Bestimmung, theils, vornehmlich beim mehrmännischen Bohren, den Bohrer überhaupt fester zu fassen, sicherer und selbst für den setzenden Arbeiter gefahrloser drehen zu können, theils ihn nur wieder los zu machen, wenn er durch zu starkes Aufschlagen oder in Folge vorhandener Klüfte oder anderer Ursachen im Bohrloche fest geworden ist; theils endlich um den Lettenbohrer damit zu drehen und zu lüften.

Er besteht — Taf. VIII. Fig. 4. — aus einem 1 bis 1½ Fus langen eisernen Arme a an welchem vorn ein für achteckige Bohrer rundes, für die viereckigen Köpfe der Lettenbohrer viereckiges Oehr b sitzt. Beim mehrmännischen Bohren hält der Arbeiter den Bohrer mit der einen Hand unmittelbar, um ihn zu heben, mit der anderen den auf den Bohrer aufgesteckten Schlüssel, welchen er nach jedem Schlage stark aufdrückt und dann den Bohrer dreht. (Vergl. die Abhandlungen der k. schwedischen Akademie der Wissenschaften Bd. XXXI. Jahrg. 1769. Uebers. von Kästner. S. 300. und Karsten, Archiv für Bergbau. Bd. V. (1822.) S. 294.)

§. 24. Der Bohrdeckel — die Bohrscheibe — ist der Reihenfolge des Gebrauchs nach das erste der

Digitized by Google

Hülfsgeräthe beim Bohren; obschon, so wie die beiden nächsten ein sehr einfaches, doch gleich ihnen ein ebenso nützliches als nöthiges.

Er besteht aus einer Scheibe von Pappe, Filz oder besser Leder, von 4 bis 5 Zoll Durchmesser, welche beim Bohren mit Wasser (S. §. 39.) so an den Bohrer angesteckt wird, dass sie zwischen die Mündung des Bohrloches und die Hand des Arbeiters zu stehen kommt und dadurch letztere und den von ihr gefassten Theil des Bohrers vor dem aus dem Bohrloche herausspritzenden Schmante schützt, welcher ausserdem durch seine oft sehr scharfkantigen Körner, den Angriff des Bohrers sehr erschweren, auf die Dauer die Hand verletzen würde. Statt seiner umwickelt man wohl auch die Bohrstange mit altem Seil, was jedoch unpraktisch und ungnügend ist.

§. 25. Der Bohrtrog — Bohrstutz — dient um das zum Bohren nöthige Wasser nach dem Orte des Bedarfes zu bringen und vorräthig zu halten, weil nehmlich, wie bekannt, in manchen Bauen über und selbst unter dem Stolln eine solche Trockenheit herrscht, dass das Wasser zum Bohren oft weit herbei geholt werden muss, wozu dann ein leichteres, wohlfeileres und dauerhafteres Gefäs gehört, als die gewöhnlichen grosen, oft sehr unbehülflichen Schöpfgefäse sind; obschon man sich auch ihrer hier und da bedient.

Dieser Bohrtrog (mehrentheils vorzugsweise nur das Trögel genannt) besteht aus einem wirklichen kleinen, im Lichten etwa 3—4 Zoll weiten, eben so tiefen, 8—9 Zoll langen hölzernen, aus einem Stücke geschnittenen Troge. Taf. VIII. Fig. 5.

§. 26. Der Bohrlappen — Bohrhader — ist bestimmt 1.) das zum Bohren dienende Wasser bequem in das Bohrloch hineinzubringen 2.) das fertige Bohrloch vom Bohrschlamme zu reinigen, auszuwaschen und auszutrocknen. Er besteht aus einem Stücke alten leinenen oder auch, weniger gut, wollenen Zeuges, welches für den ersteren Zweck in dem Bohrtrog eingetaucht, auf diese Art getränkt und an dem im Bohr-

Digitized by Google

loche steckenden Bohrer ausgedrückt wird, der somit eine bequeme Leitung für das daran hinablaufende Wasser abgiebt, wogegen zum Reinigen des Loches der ausgedrückte Lappen durch das Oehr der Räumnadel (S. diese §. 20.) gezogen und mittelst derselben in das Bohrloch geführt wird, woselbst er zuerst dient das Wasser aufzusaugen und zuletzt, nach wiederholtem Reinigen, den Schmant auszuwischen. Hier und da wird wohl statt des Lappens ein Büschel Werg angewendet, jedoch minder brauchbar.

Alle drei letztgenannte Stücke (§. §. 24. 25. 26.) pflegt sich der Häuer selbst zu verfertigen.

§. 27. Das Pulver — ist natürlich das wesentlichste Erforderniss unter allen bei der ganzen Arbeit, ohne welches dieselbe gar nicht vor sich gehen könnte, indem von ihm allein diejenige Kraft ausgeht, durch welche die Abtrennung bewirkt wird, während alle übrige Gezähe, Geräthe, Arbeiten u. s. f. nur dazu dienen diese Kraft hervorzurufen, ihr einen Wirkungsbereich zu eröffnen.

Wie schon im Eingange dieses Abschnittes, §.§. 2. und 3. nachgewiesen wurde, war das Pulver schon Jahrhunderte lang im Kriege angewendet worden, ehe es bei dem Bergbaue Eingang fand, ja selbst lange, nachdem man es schon im Kriege zum Sprengen von Mauern u. dergl. benutzt hatte. *)

Das Pulver soll bei seiner Verbrennung eine solche Menge Gas entwickeln, dass dieses in das gebohrte Loch möglichst fest eingeschlossen, keinen, oder wenigstens bei den gewöhnlichen Entzündungsweisen keinen hinreichend weiten Ausgang findend, in Folge seiner

*) M. Meyer in seiner: Chronologie der Feuerwaffentechnik, in O. L. Erdmann, Journal für technische und öconomische Chemie, Bd. XIV. (1832.) giebt S. 5. den Gebrauch in Minen schon im Jahre 1397 bei Merat, im Jahre 1441 vor Belgrad an, wogegen G. Piobert, (Artillerielehre, Thl. I. Deutsche Uebersetzung, Bonn 1842. S. 2.) sagt: dass man erst 1503 angefangen habe, das Pulver zum Sprengen der Minen mit Erfolg zu brauchen, frühere Versuche aber keinen Erfolg gehabt hätten.

Digitized by Google

grosen Spannung die umgebenden Gesteinswände zersprengt und sich selbst einen solchen Ausgang eröffnet.

Das Haupt- und wesentlichste Erforderniss des Pulvers ist daher 1) gehörige Stärke; demnächst 2) Haltbarkeit und Dauerhaftigkeit, in Hinsicht auf Aufbewahrung und Transport, wozu natürlich 3) soweit thunliche Wohlfeilheit kommt.

In ersteres sind wieder eine Menge anderer Erfordernisse eingeschlossen, welche jenes begründen.

Die Stärke des Pulvers beruht nehmlich a) auf seiner richtigen Zusammensetzung; b) gehöriger Bearbeitung nach richtiger Zerkleinung, Mengung u. s. f. des Materials, Dichtheit der Masse, Oberflächenbeschaffenheit des Kornes; c) gehöriger Gröse und Gestalt des Kornes; d) Trockenheit des Pulvers.

Dauer und Haltbarkeit des Pulvers beruhen ihrerseits ebenfalls wieder auf Zusammensetzung, Bearbeitung, (besonders Dichtheit,) und Trockenheit.

Obschon auf eine ausführliche und erschöpfende Erklärung der Art und Ursachen der Wirkung des Pulvers hier natürlich nicht eingegangen werden kann, so müssen doch die hauptsächlichsten hieher gehörigen Verhältnisse, so wie sie namentlich durch die Untersuchungen der neueren und neuesten Zeit, — unter denen unstreitig die von Meyer und Piobert oben anstehen, *) — ermittelt, aufgeklärt, berichtigt worden sind, zusammengestellt werden.

Hierin wird daher vorzugsweise den genannten beiden Schriftstellern gefolgt werden.

Zusammensetzung. — Das Pulver ist bekanntlich zusammengesetzt aus Salpeter, Schwefel und Kohle, und seine Verpuffung beruht auf einer in einen äusserst kleinen Zeitraum zusammengedrängten Verbrennung der Kohle, mit dem Salpeter, zu welcher die Kohle den Kohlenstoff, der Salpeter den Sauerstoff liefert.

---

*) M. Meyer, Lehrbuch der Pyrotechnik, herausgegeben von C. Hoffmann, Berlin 1840, und die schon oben erwähnte: Artillerielehre von G. Piobert. Deutsch übersetzt, Bonn 1842.

Die Producte hiervon sind kohlensaures Gas, Stickgas und Rückstand. Der Schwefel ist eigentlich nur vermittelnd wirksam, um die gröste Menge Sauerstoff frei zu machen, er trägt nicht, wie man wohl früher glaubte, zur schnellen Entzündung des Pulvers bei, eben so wenig ist er bestimmt, durch seine Verbrennung, — welche gar nicht beabsichtigt wird, weil sie auf Kosten des Sauerstoffs erfolgen würde, — die Menge des treibenden Gases zu vermehren; noch weniger ist er endlich als ein bloses Bindemittel zu betrachten.

Würden nehmlich nur Kohle und Salpeter zusammengearbeitet, so reichten zwar auch schon diese zur Herstellung eines brauchbaren Pulvers hin, welches jedoch langsamer und mit geringerer Wärmeentwickelung verbrennen, weniger Kraft erzeugen würde.

Indem nehmlich der Salpeter (salpetersaures Kali,) in der höheren Temperatur der Verbrennung in seine Bestandtheile, Kaliumoxyd und Salpetersäure zerlegt wird, so würden von den 5 in der Salpetersäure enthaltenen Atomen Sauerstoff, 2 sich mit 1 Atom Kohlenstoff zu Kohlensäure und diese mit der Basis, dem Kaliumoxyd zu kohlensaurem Kali verbinden, daher nur 3 Atome Sauerstoff zurückbleiben, welche nun entweder mit 1½ At. Kohle 1½ At. Kohlensäure oder mit 3 At. Kohle 3 At. Kohlenoxyd bilden könnten; beide sofort Gasform annehmend.

Letztere Verbindung, und demgemäse anfängliche Zusammensetzung würde aber, obschon eine und dieselbe Menge Sauerstoff doppelt soviel Atome treibendes Gas als im ersteren Falle gäbe, ein solches Pulver nicht nur, wegen der in das Gemenge zu bringenden gröseren Menge Kohle, weit wasseranziehender, sondern auch weit unwirksamer machen, weil die Bildung des kohlensaueren Gases von einer weit höheren Temperatur begleitet, — indem bekanntlich allemal desto mehr Wärme frei wird, je mehr Sauerstoff sich mit einem gewissen Antheile von Kohlenstoff oder einem anderen der Verbrennung fähigen Körper verbindet, — dadurch aber sowohl die Ausdehnung und somit das Volumen, als

Digitized by Google

auch die Spannung und somit die Triebkraft gesteigert wird; letztere um so mehr als das kohlensaure Gas schon an und für sich weit dichter ist als das Kohlenoxydgas. *)

Durch den Zusatz von Schwefel wird dieses ganze Verhältniss geändert. Derselbe beschleunigt nicht nur die Zersetzung des Salpeters und vermindert dadurch den von einer langsameren Verbrennung unzertrennlichen Wärme, daher Kraft-Verlust, sondern er zerlegt auch selbst die Basis, das aus 1 At. Kaliummetall und 1 At. Sauerstoff bestehende Kaliumoxyd, und verbindet sich in Folge seiner grosen Verwandtschaft zu den Metallen mit ersterem; dadurch macht er nicht nur dieses Atom Sauerstoff noch frei, sondern erhält auch die beiden anderen, welche im ersteren Falle bei dem schwefelfreien Pulver in dem 1 Atome Kohlensäure an das Kalium gingen und kohlensaures Kali bildeten. Somit sind 6 Atome Sauerstoff frei geworden, die sich nun mit 3 Atomen Kohlenstoff zu 3 At. Kohlensäure verbinden, welche mit dem gleichzeitig aus der Salpetersäure frei gewordenen 1 At. Stickstoff das treibende Gas bilden. Der Rückstand ist nunmehr statt des kohlensauren Kali's, an der Luft leichter zerfliesliches, Schwefelkalium.

Da nun zur Verbindung mit 1 Atom Kalium 1 At. Schwefel nöthig ist, so würde das theoretische Verhältniss der Zusammensetzuug des Pulvers eigentlich seyn: 1 At. Salpeter, 1 At. Schwefel und 3 At. Kohle, was für 100 Gewichtstheile des Gemenges

74,7 Th. Salpeter; 11,8 Th. Schwefel; 13,5 Th. Kohle geben würde.

Wollte man jedoch statt des kohlensauren Gases Kohlenoxydgas bilden, welches letztere Einige, wie z. B. Ure (A. Ure, Handbuch der Gewerbskunde, übers. von K. Karmarsch und F. Heeren, Bd. III. Prag, 1844.

---

*) Kohlensaures Gas hat nach Berzelius und Dulong 1,524 Kohlenoxydgas nach Clément und Désormes nur 0,924 spec. Gewicht.

Art. Schiesspulver S. 88.) irrigerweise, nebst schwefelsaurem, als das eigentliche treibende Gas betrachtet, — so würde die Zusammensetzung seyn müssen: 1 At. Salpeter, 1 At. Schwefel und 6 At. Kohle, oder auf 100 Gewichtstheile 65,76 Salpeter, 10,45 Schwefel und 23,79 Kohle. (Vergl. M. Meyer Pyrotechnik §. 201.)

Die Producte der Verbrennung würden bei der ersteren richtigen Zusammensetzung seyn:

1 At. Stickstoff, 3 At. Kohlensäure, 1 At. Schwefelkalium, im zweiten Falle

1 At. Stickstoff, 6 At. Kohlenoxyd, 1 At. Schwefelkalium.

In der Wirklichkeit gestaltet sich aber dieses Verhältniss anders. Die Kohle besteht nicht aus dem reinen, schwerentzündlichen, Kohlenstoffe allein, sondern ist in Folge ihrer Abstammung, besonders von vegetabilischen Körpern, mit Wasserstoff verbunden. Würde dieser mit einem Theile des Sauerstoffes des Salpeters verbrennen, so müsste natürlich das Verhältniss des Salpeters zur Kohle vergrösert werden, wenn sich nicht statt eines Theiles Kohlensäure ein Theil Kohlenoxyd bilden sollte. Ersteres ist aber nicht der Fall, sondern das Wasserstoff bildet mit der Kohle Kohlenwasserstoff als Gas, — und zwar schweres, — von dem ein Theil in die Luft entweicht und für sich ohne Detonation verbrennt, ein anderer auf Kosten des Sauerstoffes des Salpeters verbrennt. Eine andere Störung wird veranlasst durch die unvollkommene Zerkleinung und Mengung des Schwefels und der Kohle. Hierdurch werden beide ungleich vertheilt, an einzelnen Punkten in unverhältnissmäsig grosen Mengen angehäuft, während sie an anderen fehlen, die gehörige Einwirkung auf einander kann nicht stattfinden. Ein Theil des an einer Stelle überhäuften Schwefels verbrennt auf Kosten des Sauerstoffes des Salpeters und bildet schweflige Säure, ein Theil des Kohlenstoffes bildet aus Mangel an der erforderlichen Menge Sauerstoff, theils Kohlenoxydgas, theils bleibt er unverbrannt; ein Theil des Kaliumoxydes bleibt unzerlegt und giebt daher nicht nur seinen Sauerstoff nicht

Digitized by Google

ab, sondern nimmt auch noch einen anderen Theil dem Obengesagten zufolge, in der gebildeten Kohlensäure an sich; ein Theil der entwickelten Wärme wird zum Nachtheil der Spannung der Gase verzehrt durch die Bildung von Wasserdämpfen aus der, in dem Pulver enthaltenen Feuchtigkeit. So wird die Gesammtmenge der gebildeten und freibleibenden Kohlensäure vermindert, der Rückstand vermehrt und verändert; er besteht nun nicht blos aus Schwefelkalium allein, sondern aus festem schwefelsauren Kali, kohlensaurem Kali, unverbrannter Kohle, Asche; ja bei sehr ungünstiger Verbrennung leistet der Schwefel zur eigentlichen Reduction des Kaliumoxydes im Kali fast gar nichts, so dass sich lediglich kohlensaures und schwefelsaures Kali bildet; die gasförmigen Producte sind nicht mehr blos kohlensaures und Stick-Gas, sondern noch: schwefligsaures, Kohlenoxyd-, Kohlenwasserstoff-Gas- und Wasserdämpfe.

Während daher der Rückstand als Schwefelkalium der Theorie nach und im Falle der grösten Vollkommenheit des Vorganges, nur 40,08 Procent des Pulvergewichtes betragen sollte, so wird er jetzt durchschnittlich 50, übersteigt in besonders ungünstigen Fällen sogar 66 Procent des ganzen Gewichtes, es bleibt auch von dieser Menge ein gröserer Theil nicht fortgerissen und unverflüchtigt zurück, sowohl desshalb, weil er jetzt einen festen Körper bildet, als auch weil eben mit jenen Störungen eine langsamere Verbrennung, eine geringere Wärmeentwickelung, eine verminderte Spannung verbunden ist. Hieraus erklärt sich, dass der als Rauch verflüchtigt werdende Theil des Rückstandes desto kleiner wird, je mehr Wärme während der Verbrennung aus einer oder der anderen Ursache entzogen wird, dass daher auch unter sonst gleichen Umständen, ein schlechteres Pulver weniger Rauch erzeugt als ein besseres.

Muss nun schon aus den angegebenen Ursachen: weil das Verhältniss der gegenseitigen chemischen Einwirkung der Gemengtheile auf einander in der Wirklichkeit mehr oder minder von der Theorie abweicht, die Zusammensetzung etwas verändert werden, so ge-

Digitized by Google

schieht diess auch noch aus anderen Ursachen und zwar: 1) um das Pulver wohlfeiler, 2) um es dauerhafter, 3) minder wasseranziehend, durch beides haltbarer, 4) um es leichter oder schwerer entzündlich, schneller oder langsamer wirkend zu machen; endlich 5) damit es an und für sich und durch seinen Rückstand weniger nachtheilig auf Schiesgewehr und Geschütz wirkt; was freilich für die Sprengarbeit nicht zu berücksichtigen ist.

Aus allen diesen Ursachen wird oft das Verhältniss der Kohle und des Schwefels zusammen oder nur des einen Bestandtheiles, gegentheils aber wohl auch das des Salpeters vergrösert. Die Vermehrung der beiden ersteren macht das Pulver natürlich wohlfeiler, weil der Salpeter, der schon an sich dem Gewichte nach weit überwiegende Gemengtheil, auch der theuerste ist.

Die Kohle für sich macht das Pulver zerreiblicher, wasseranziehender, minder dauerhaft, dagegen schneller entzündlich und bei nicht zu grosem Ueberschusse schneller verbrennend, daher kräftiger; bei wachsendem langsamer, weil die im ersteren Falle durch die grose Entzündlichkeit übertragene Bildung von Kohlenoxydgas im zweiten zu überwiegend wird. Die Bereitung wird gleichzeitig gefahrvoller, der Rückstand dagegen zerfliesslicher. Selbst die Art und Beschaffenheit der Kohle ist von Einfluss, weil, je nachdem sie ihrer Bereitungsweise nach mehr Wasserstoff enthält, einen gröseren Theil des Sauerstoffes des Salpeters entzieht, daher in kleinerem — oder letzterer in gröserem — Antheile zuzusetzen ist.

Ein gröserer Antheil von Schwefel giebt dagegen ein dauerhafteres aber langsamer wirkendes, daher minder kräftiges Pulver, bei welchem man durch innigste Mengung nur wenigstens das zu erreichen suchen muss: dass der Rückstand wo möglich reines Schwefelkalium werde.

Ein Ueberfluss von Salpeter überträgt zwar die obengenannten Unregelmäsigkeiten und Verluste bei dem Vorgange, macht jedoch das Pulver theurer und wird daher nur da angebracht, wo möglichste Stärke des Pulvers

das Hauptaugenmerk ist. Ein zu groser Antheil davon würde lediglich auf Kosten der entwickelten Wärme zerlegt, also schädlich werden.

Hiernach weichen die wirklichen Zusammensetzungsverhältnisse des Pulvers von den theoretischen und sie wieder unter einander minder oder mehr, zuweilen sehr bedeutend ab.

Beispielsweise sind einige dieser Zusammensetzungen nach M. Meyer in O. L. Erdmann, Journal für techn. und öconom, Chemie, Bd. XIV. (1832) S. 137. — A. Ure, in demselben Journal. Bd. IX. (1830) S. 253. — J. J. Prechtl, Encyclopädie des Maschinenwesens Bd. XII. Stuttgard 1842. S. 401. — und nach G. Piobert, Artillerielehre, deutsche Uebersetzung, S. 19. — folgende: In 100 Gewichtstheilen hat

	Salpeter.	Kohle.	Schwefel.
Russisches Jagdpulver	80.	12.	8.
Englisches dergl. (Dartford) nach Piobert und Meyer . . .	79,75.	12,44.	7,81.
Dergl. nach Prechtl	75.	17.	8.
Französiches dergl. von le Bouchet	78.	12,85.	9,15.
Dergl. von Angoulème	78.	12.	10.
Sächsisches dergl.	76,62.	12,72.	10,66.
Italienisches dergl.	73,33.	18,2.	8,47.
Russiches Pistolenpulver . . .	79,87.	11,42.	8,71.
Englisches Kriegspulver nach Meyer	78,13.	13,51.	8,36.
Dergl. nach Piobert und Prechtl	75.	15.	10.
Spanisches Kriegspulver	76,57.	12,63.	10,8.
Italienisches dergl.	76.	12.	12.
Berner dergl.	76.	14.	10.
Chinesiches dergl. nach Ure . .	75,7.	14,4.	9,9.
Sächsisches Hakenpulver . . .	75,48.	16,3.	8,22.
Preussisches Kriegspulver . . .	75.	13,5.	11,5.
Preussisches Kriegspulver (ehemals)	75.	15.	10.
Amerikanisches dergl.	75.	12,5.	12,5.
Französisches dergl.	75.	12,5.	12,5.
Würtembergisches Kanonenpulver	75.	12.	13.
Schwedisches Kriegspulver . .	75.	9.	16.
Dergl. nach Piobert und Prechtl	75.	16.	9.

Digitized by Google

	Salpeter.	Kohle.	Schwefel.
Oestreichisches Musketenpulver .	75.	13.	12.
Würtembergisches Flintenpulver .	74,46.	10,8.	14,74.
Grosshz. Hessisches Kanonenpulver	74,19.	10,68.	15,13.
Dergl. Flintenpulver	73,70.	10,70.	15,60.
Churfürstl. Hessisches Kriegspulver	73,32.	13,34.	13,34.
Sächsisches Musketenpulver nach Lampadius*)	72,5.	13,5.	14.
Hannoversches Kriegspulver . .	71,18.	10,82.	18.
Russisches Kanonenpulver . . .	70,62.	17,66.	11,72.
Holländisches dergl.	70.	16.	14.
Oestreichisches dergl. nach Meyer (neuerlich sollen die Verhältnisse wie bei dem englischen sein.)	68,59.	16,18.	15,23.
Französ. Champy'sches Pulver	76,33.	18,9.	4,77.
Engl. Waltham-Abbey Pulver . .	76,19.	14,29.	9,52.
Nach Meyer und Ure	75.	15.	10.
Baseler Pulver	76.	14.	10.
Oestreichisches Scheibenpulver .	75,47.	13,21.	11,32.
Rundes Champy'sches Pulver .	74.	16.	10.
Chinesisches Pulver nach Meyer	61,5.	23.	15,5.
Sächsisch. Militairsprengpulver nach Lampadius	72.	14.	14.
Italienisches dergl.	70.	12.	18.
Russisches dergl.	$66\frac{2}{3}$.	$16\frac{2}{3}$.	$16\frac{2}{3}$.
Französisches dergl.	65.	15.	20.
Sächsisch. dergl. nach Lampadius	64.	16,5.	19,5.
Oestreich. dergl. nach Meyer . .	62,42.	10,35.	18,23.
Oestreichisches Sprengpulver nach Prechtl	60,194.	21,359.	18,447.
Französisches rundes dergl. . .	62.	18.	20.

Hieraus ist ersichtlich, dass 1) das Grundverhältniss dem Gewichte nach durchschnittlich = 6 : 1 : 1 ist, welches man schon vor Alters als das Beste ansah; 2) dass die Jagd- und Handels-Pulver, von welchen letzteren übrigens nur einige ausgehoben sind, meist einen Ue-

*) Erdmann, Journal für techn. und öconom. Chemie. Bd. X. (1831.) S. 314. u. s. f.

berschuss an Salpeter haben; 3) die Kriegspulver theilweis auch einen solchen, zum gröseren Theile aber ein gröseres Verhältniss von Kohle enthalten, als die Theorie verlangt; 4) die Sprengpulver endlich weniger Salpeter, hingegen meist überwiegenden Schwefel *).

In dem oben Gesagten liegt zugleich der Nachweis für den Nutzen, ja die Nothwendigkeit vollkommenster Zerkleinung und innigster Mengung der Bestandtheile, da schon aus der Beobachtung hervorgeht, dass eine und dieselbe Zusammensetzung bei längerer Bearbeitung unter den Stampfen oder sonst ein stärkeres Pulver giebt als bei kürzerer.

Ferner haben Dichtheit der Masse, Oberflächenbeschaffenheit, Gröse, Gestalt und Gleichheit des Kornes wesentlichen Einfluss auf die Stärke des Pulvers.

Bei richtiger und sonst gleicher Zusammensetzung wird nehmlich die Wirksamkeit des Pulvers desto gröser:

1) je gröser die Entzündlichkeit jedes einzelnen Kornes ist;

2) je schneller sich die Entzündung in der ganzen Masse fortpflanzt;

3) je schneller jedes einzelne Korn und somit die ganze Masse verbrennt;

4) je gröser die Ladung (bei der gewöhnlichen Anwendung in geschlossenen Räumen) an und für sich ist.

---

*) In Frankreich bekommt das Sprengpulver nach den daselbst angenommenen Verhältnissen 1 Atom Schwefel mehr; um aber die dadurch verminderte Stärke wieder in etwas auszugleichen, wird noch 1 Atom Kohle zugesetzt, daher die Zusammensetzung aus 1 Atom Salpeter, 4 At. Kohle und 2 At. Schwefel, oder auf 100 Gewichtstheile 64,56 Salpeter, 15,19 Kohle und 20,25 Schwefel, daher der Satz 65 : 15 : 20. Das französische Handelspulver aber bekommt, um es ebenfalls wohlfeiler und doch lebhaft und für kleine Ladungen geeignet zu machen, in denen die geringe Güte nicht durch die Menge übertragen wird, auf 1 Atom Salpeter 5 At. Kohle und 2 At. Schwefel oder auf 100 Gew.-Theile 62 Salpeter, 18 Kohle und 20 Schwefel, wobei man den nachtheiligen Einfluss der grössern Kohlenmenge auf die Haltbarkeit durch stärkeres Poliren u. s. f. zu vermindern sucht. (Vgl. Briançon im Journal de physique et de chimie, t. XCV. (1822.) p. 229).

Digitized by Google

Die Entzündlichkeit jedes einzelnen Kornes hängt von dessen Gestalt, Oberflächenbeschaffenheit und Lockerheit der Masse ab. Je eckiger das Korn, je rauher die Oberfläche, je trockner die Masse, desto gröser ist die Entzündlichkeit, daher ein dichtes, rundes, polirtes Pulver sich verhältnissmäsig am schwersten entzündet, und dieser Mangel durch desto grösere Stärke in der Zusammensetzung, Vollkommenheit der Bearbeitung u. s. f. übertragen werden muss*).

Die Schnelligkeit der Verbrennung des Kornes hängt von dessen Gröse, Dichtheit, guter Mengung und dem Feuchtigkeitszustande der Masse ab. Nach den Untersuchungen von Piobert, (Vergl. dessen Artillerielehre, deutsche Uebersetzung S. 5. u. s. f. — Annales de chimie et de physique t. LXII. (1836.) p. 266 et suiv. — Polytechnisches Centralblatt, Jgg. VI. (1840) Bd. 1. S. 511.) verbrennt jedes Pulverkorn in concentrischen Schichten oder Schalen, indem sich die an einem Punkte der Oberfläche erregte Entzündung durch das dabei entwickelte hocherhitzte Gas sofort der ganzen Oberfläche mittheilt.

Diese Verbrennung schreitet natürlich desto langsamer nach innen vorwärts, je dichter die Masse des Kornes, je unvollkommner die Zerkleinung und Mengung der Bestandtheile, je gröser der Wassergehalt ist. Letzterer wirkt durch Verminderung der Temperatur, vermöge der für die Verdampfung des Wassers entzogenen Wärme; erstere, die ungleiche Mengung, durch Unvollkommenheit der gegenseitigen Einwirkung der Bestandtheile, unregelmäsige Fortsetzung der Verbrennung. **) Die Folge

*) Nach Napier soll gutes Pulver durch Poliren 1/5 seiner Stärke verlieren, schlechtes 1/4. (S. v. Moll Jahrbücher der Berg- und Hütten-Kunde, Bd. III. (1799.) S. 181.) Eben so warf, nach Meyer, beim Probiren ungekörntes und unpolirtes Pulver 98 Ellen weit; polirtes aber nur 75, der Zweck des Polirens ist daher, wie auch später noch besonders angegeben werden wird, die Erwirkung grösrer Dichtheit, Rundung, Dauerhaftigkeit.

**) Den Einfluss der geringeren Dichtheit auf die Entzündlichkeit und Verbrennungsgeschwindigkeit, dadurch aber auf die Verstärkung des Pulvers, weist der Unterschied zwischen dem durch Stampfen und

einer zu langsamen Verbrennung des Pulvers ist gewöhnlich, dass, während die entwickelte Kraft geringer bleibt, dennoch ein Theil der Pulverkörner noch brennend oder ganz unverbrannt, mit fort geschleudert wird.

Piobert (S. Artillerielehre, S. 7. u. s. f.) fand dass die Verbrennungsgeschwindigkeit bei einem guten trockenen Kriegspulver von 1,53 spec. Gewicht der Kornmasse, 0,01233 mètre pro sec. betrug, bei 5 pro Cent. Wassergehalt aber und bei Sprengpulver nur 0,01 mètre. Ein rundes Korn des ersteren von 0,005 mèt. Durchmesser verbrannte in $1/10$ Secunde. Das Verhältniss der Verbrennungsgeschwindigkeit bei einem nur 6 Stunden lang, zu der eines 9 Stunden lang in der Mengtrommel bearbeiteten Pulvers war = 0,001375: 0,001132 mètre pro sec.

Unvollkommene Zerkleinung vermochte die Verbrennungszeit um $1/7$ zu verlängern.

Je gröser aber das Verhältniss der Umfläche des Kornes gegen dessen Masse ist, ein desto gröserer Theil der Masse entzündet sich gleich anfangs mit einem Male, desto schneller rückt die Verbrennung fort, desto kürzer wird die Verbrennungsdauer, indem, besonders bei runden Körnern von kleiner werdendem Durchmesser, die Oberflächen nur im quadratischen, die Massen aber im cubischen Verhältnisse der Durchmesser abnehmen; andere Gestalten als runde aber noch stärkere Verhältnisse geben, daher splittriges, schiefriges, muschliges und ähnlich gestaltetes Pulver merklich schneller

---

dem nur durch Rollen in Trommeln zusammengearbeiteten Pulver nach; letzteres ist allemal lockerer, schneller entzündlich und unter sonst gleichen Umständen kräftiger, was sich am meisten bei den, noch dazu sehr kohlenreichen Champy'schen Pulver zeigt. Dahingegen muss man natürlich hier die Summe des am Ende der ganzen Verbrennung erzeugten Gases, von der in jeder Zeiteinheit erzeugten unterscheiden, indem ein dichteres Pulver natürlich mehr Masse enthält und in sofern wieder mehr Kraft entwickelt als ein lockeres, nur aber in längerer Zeit.

verbrennt und daher mehr wirkt als rundes von gleicher Zusammensetzung. *)

Die Ursache warum man nicht demnach dem Pulver diese oder überhaupt eine eckige Form giebt, sondern die runde vorzieht, andererseits nicht dasselbe in der kleinsten Gröbe — als Staub — darstellt, ist die, dass eckiges oder überhaupt unrundes Pulver, minder dauerhaft ist, sich leichter zerbröckeln, zu Staub abreiben, in der Ladung zu dicht liegen würde, — Staub aber zu viel Verlust geben, mehr Feuchtigkeit anziehen, gefahrvoller beim Versenden seyn, leichter eine Zersetzung seiner Gemengtheile gestatten, endlich aber auch wieder die Fortpflanzung der Entzündung auf die ganze Masse der Ladung verzögern würde. Es ist daher der der Zweck des Polirens sowohl das Pulver rund, als auch von Staub rein, dichter und durch beides haltbarer zu machen.

Bei der Fortpflanzung der Entzündung auf die ganze Masse kommt nehmlich zu obigen Rücksichten noch die auf die Gröse der Zwischenräume zwischen den Körnern hinzu, bei der Verbrennungszeit der ganzen Masse aber die absolute Gröse der Wärmeableitung welche sie während der Dauer des Verbrennens erleidet.

Die Entzündung des Pulvers bedarf nehmlich erfahrungsmäsig eines gewissen Zwischenraumes um sich fortpflanzen zu können. Bei Versuchen über eine solche Verbreitung der Entzündung zwischen zwei geschliffenen Achatplatten hindurch fand der Professor Reich zu Freiberg 0,00236 mètre als kleinste Weite. Obschon nun hierbei durch diese Wände der Verbrennung Wärme entzogen, jene also dadurch verzögert wurde, während gegentheils in der Pulvermasse diese Wände selbst ent-

*) Versuche, welche im Jahre 1826 in Freiberg mit einem zufällig erkauften englischen Pulver angestellt wurden, dessen Theile rundsplittrige, den Bruchstücken kleiner Muschelschalen ähnliche Gestalt hatten, (daher man es auch Schirbelpulver nannte,) gaben im Vergleich zu rundem Pulver, eine Stärke = 17:8, beide zu Staub gerieben hingegen nur 4:3 an.

Digitized by Google

zündlich sind, so bleibt es doch natürlich, dass mit der Weite auch dieser Zwischenräume die schnelle Verbreitung der hocherhitzten Gase, somit die Schnelligkeit der allgemeinen Entzündung abnimmt, was auch durch die bekannte Erfahrung nachgewiesen wird, dass fest zusammengepresstes Pulver nur allmälig, mehr sprühend, abbrennt.

Runde, gleichgrose, Körner mit staubfreier Oberfläche werden daher verhältnissmäsig grösere, offnere Zwischenräume lassen, daher eine schnellere allgemeine Entzündung gestatten als eckige oder schuppige, (besonders zusammengeschüttelte oder gepresste,) ungleich grose, mit Staub überzogene, der die Zwischenräume ausfüllt. Die Verbrennung wird dabei einen desto gröseren Theil der ganzen Masse mit einem Male erfassen, je kleiner die Körner, je verhältnissmäsig gröser also die Summe der Oberflächen ist. Sonach wird bei einem grobkörnigen Pulver die Entzündung sich zwar durch die weiteren Zwischenräume schneller fortpflanzen können, hingegen eine kleinere Oberfläche vor sich haben, so dass dennoch nur ein kleinerer Theil der ganzen Masse auf einmal in Verbrennung begriffen ist, dieselbe langsamer erfolgt, sich also weniger Kraft auf einmal entwickelt; (obschon auch gegentheils die Oberfläche eines brennenden Kornes an und für sich gröser ist als eines kleinen, von letzterem also erst mehrere Körner eine gleich grose Fläche geben, während doch auch bei ihnen die Fortpflanzung der Entzündung von einem zum anderen immer Zeit braucht;) daher würde auch ein sehr grobkörniges Pulver, etwa gar von Erbsen- oder theilweise Haselnuss-Gröse, wie es noch im vorigen und sogar im Anfange dieses Jahrhunderts bei einigem Bergbaue in Gebrauch war, nicht sehr brauchbar seyn, und um so weniger, je kleiner die Ladungen sind, hingegen kann es nur auf einem Irrthum beruhen, wenn man hier und da selbst durch Versuche gefunden haben will, dass grobes Pulver zu Staub gerieben, dadurch stärker geworden sei; weil hier wieder der andere Mangel: Wegfall aller Zwischenräume, besonders bei fester und ge-

Digitized by Google

schlossener Ladung eintreten würde; man müsste denn dieses „zu Staub zerreiben“ nicht wörtlich zu verstehen haben.

Je gröser endlich unter übrigens gleichen Umständen, in geschlossenem Raume, bei Zusammenhaltung der Wärme, die Ladung, desto gröser wird die mit einem Male in Brand stehende Pulvermenge, desto höher die dadurch entwickelte Temperatur, desto schneller die Verbrennung; schlechtes Pulver zeigt desshalb auch seine geringe Beschaffenheit bei kleinen Ladungen am deutlichsten, wogegen einzelne Mängel, besonders gröberes Korn, von einer gröseren Menge mit übertragen werden. In sofern kann, auch abgesehen von der beabsichtigten Wohlfeilheit und Dauerhaftigkeit, Kanonenpulver oder gar Minenpulver für den Kriegsgebrauch ein gröberes und selbst geringeres Pulver seyn als Flinten- oder gar Jagd-Pulver, Bergsprengpulver aber der Gröbe nach zwischen Flinten- und Kanonen- Pulver mitten inne stehen.

Der Feuchtigkeitsgehalt wirkt natürlich in derselben Weise wie bei der Verbrennung jedes einzelnen Kornes, durch Entziehung von Wärme, welche auf die Bildung von Wasserdämpfen verwendet wird und dadurch die Spannung der entwickelten Gase ebenfalls sehr herabzieht, obschon Rumford und nach ihm Andere in früherer Zeit, diese Wasserdämpfe als allein wirkende Kraft ansahen. Nächst dem hebt dieses Wasser beim Lagern die Mengung auf, lässt den Salpeter auskrystallisiren.

Diese Feuchtigkeit kann gleich ursprünglich, von der Bereitung her, in dem Pulver enthalten, oder von demselben beim Lagern aus der Luft angezogen worden seyn. Die Wasseranziehungsfähigkeit wächst aber mit der Gröse und Rauheit der Oberfläche, der Lockerheit des Pulvers und der Beschaffenheit der dazu angewendeten Kohle.

Schwarze gepulverte Kohle vermag nach Meyer (§. 161.) 15 Proc. ihres Gewichtes Wassers anzuziehen, braune nur 7 Proc. Auch ganz trocknes Schiespulver hält nicht leicht unter 0,01 Proc. Feuchtigkeit, dagegen soll es aus der Luft bis 14 Proc. Feuchtigkeit

Digitized by Google

anzuziehen vermögen (vgl. J. J. Prechtl, technologische Encyclopädie. Bd. XII. Stuttgard. 1842. S. 438.).

Die Dichtheit des Pulvers drückt sich durch dessen specifisches Gewicht aus. Bei letzterem hat man aber zu unterscheiden das wahre specifische Gewicht des Pulverkornes von dem der ganzen Pulvermasse mit Einschluss seiner Zwischenräume. Ersteres ist verschieden von 1,2 bis 3, daher im Mittel 1,5 — 1,6 als das eines guten Pulvers anzunehmen; bei Kriegspulver nach Meyer nicht unter 1,4, wohl aber bis 1,9, weil hier die Dichtheit von gröserem Einflusse hinsichtlich der Erhaltung des Pulvers selbst so wie der Schieswaffen ist; letzteres, das specifische Gewicht der ganzen Masse, von 0,8 — 0,97, obschon von Einigen 1 als mittleres angenommen wird.

Je zerreiblichere (braune) Kohle übrigens angewendet worden ist, eine desto stärkere Verdichtung ist nothwendig, sowohl der Dauerhaftigkeit als auch der Kraftentwickelung wegen, wenn man diese nicht auf einen kürzesten Zeitraum zusammendrängen will, wovon weiter unten.

Die Entzündung des Pulvers kann bewirkt werden 1) durch Berührung mit einem glühenden Körper, 2) durch Stos und 3) durch den electrischen Funken. Die erste Art, bekanntlich die gewöhnlichste, wird durch die Kohle vermittelt, indem zwar, wie schon oben erwähnt, der reine Kohlenstoff sehr schwer, dahingegen die gewöhnliche etwas Wasser anhaltende Kohle vermöge der sogleich beginnenden Entwickelung von Wasserstoffgas, noch dazu im gepulverten Zustande, sehr leicht entzündlich ist, wogegen der Schwefel sich zwar schon bei einer schnellen Erhitzung bis zu 150° R. (nach Dumas, Meyer u. A.) entzündet, gegentheils aber, nach Meyer (a. O. §. 83.), auch gepulvert durch einen Funken nicht entzündet zu werden vermag, daher dieser wohl von Einigen vermuthete Weg der Entzündung durch den Schwefel nicht vorhanden ist.

Die Entzündung durch Schlag oder Stos kann entweder von der dabei stattfindenden starken Reibung der zusammentreffenden Stoffe oder, wie es gewöhnlicher

Digitized by Google

geschieht, von der Zusammendrückung der Luft, hergeleitet werden, welche über dem Pulver und in dessen Zwischenräumen enthalten ist; daher schon nach den Versuchen von Aubert (Vergl. Bulletin de la société d'encouragement, an. XXV. (1826) p. 181) der Stos von Eisen auf Eisen, Eisen auf Messing, Messing auf Messing, Eisen auf Marmor, Blei auf Blei und selbst Blei auf Holz (in einer abgeschossenen Flintenkugel wirkend,) Pulver zu entzünden vermag, der plötzliche Schlag eines schweren Hammers auf die auf einem Ambos liegende Pulvermasse geführt, dasselbe die mehrsten Male entzündet; wogegen es bei Versuchen die im Jahre 1831 in Freiberg angestellt wurden, nicht gelingen wollte, durch die Reibung des Krummzapfens eines schweren Kunstrades, das zwischen ihn und seine Zapfenlager eingestreute Pulver zu entzünden, obschon dabei auf 1 Quadratzoll Fläche ein Druck von 600 Pf. (also auf 1 Quadr. centim. ziemlich 50 kilogr.) statt fand, welche Last sich freilich nur mit einer Geschwindigkeit von 0,2618 Fus = 0,0748 mètr. pro. sec. fortbewegte.

Diese Entzündungsweise, durch den Stos, kommt bei gewöhnlichem Pulver nicht unmittelbar in Anwendung, wohl aber bei Chlorkali- und ähnlichem Pulver. (S. später.)

Von der Entzündung durch die Electricität, welche einen sehr starken Funken erfordert, oder besser durch den galvanischen Strom, wird weiter unten §. 55 ausführlicher gesprochen werden, so wie §. 53. von einigen andern in besonderen Fällen anwendbaren Entzündungsweisen.

Die Temperatur bei welcher sich Pulver von selbst entzündet, ist nach Meyer (a. a. O. §. 204.) 240° R. bei dem Grade der Anfeuchtung wie er bei der Bearbeitung in der Pulvermühle statt findet, 280° R.; nach Piobert (a. a. O. §. 4.) ist das erstere 240 bis 250 R. während ihn Lampadius bei ganz trocknem Pulver zu 172° R. angiebt, jedoch ohne allen Nachweis. (Vergl. Erdmann Journ. für technische und öconomische Chemie Bd. VI. (1829) §. 146.)

Digitized by Google

Die wahre Gröse der Kraft welche das Pulver bei seiner Verbrennung entwickelt, ist sehr schwer zu bestimmen, sowohl wegen der Schnelligkeit des ganzen Vorganges als auch der äusserst hohen Spannung der entwickelten Gase an und für sich, so wie endlich des Einflusses der besonderen Verhältnisse unter denen die Verbrennung statt findet; der Umgebung, Verbrennungszeit des Pulvers, Gröse der Ladung u. s. f. Wegen dieser Ursachen sind auch die verschiedentlich angestellten Versuche und Berechnungen so ungleich ausgefallen, wie nicht leicht über irgend eine andere Leistung.

Dan. Bernoulli hatte diese Kraft 1738 zu 10,000 Atmosphären, Robins, 1742, dagegen nur zu 1000, Antoni, 1765, zu 1800, Hutton, 1787—1791, nach den Wirkungen im Geschütz zu 1700—2800, Rumford endlich, 1792 und 1793, zu 54740, später zu 29178 Atmosphären angeschlagen. (Vergl. L. W. Gilbert, Annalen der Physik, Bd. IV. (1800) §. 257. 377.) — Annales de chimie et de physique, Bd. LXII. (1836.) p. 251 et suiv.) Prechtl hingegen rechnete (S. Jahrbücher des polytechnischen Instituts zu Wien, Bd. IX. (1826) S. 13.) aus den Rumford'schen Versuchen, mit Zersprengen des Probemörsers, — höchstens eine Kraft von 4242 Atmosphären, statt der obigen hohen Zahl heraus. Er selbst aber findet auf dem Wege der Rechnung — indem er die durch die Verbrennung erhobene Temperatur zu 7187° R. annimmt und hiernach das Volumen ermittelt zu welchem sich das entwickelte Gas ausdehnen will, — die Spannung höchstens zu 14490 Atmosphären bei trocknem Pulver, und 15867 bei solchem von 4 pro. C. Wassergehalt.

Meyer (a. a. O. §. 204) berechnet ebenfalls nach dem ursprünglichen Volumen, welches die aus den Pulver entwickelten Gase bei 0° Temperatur haben und demjenigen auf welches sie sich durch eine Temperaturerhöhung bis durchschnittlich 1550° R. ausdehnen, die Kraft auf 3809 bis 4000 Atmosphären, welche jedoch

Digitized by Google

in der Wirklichkeit bei der Anwendung in mittelgrosen Geschützen bis auf 2100—2300 zurückgingen. Briançon, (im Journ. de phys. et de chim. t. XCV. (1822) p. 226) rechnet ebenfalls 4000 Atmosphären heraus. In A. Ure's technischem Wörterbuche, bearbeitet von K. Karmarsch und F. Heeren ist (Bd. III. (Prag 1844) S. 93) die Kraft zu 5000 Atmosphären geschätzt. Piobert endlich (a. a. O. S. 20.) nimmt eine Temperatur von 2400° C. an, und berechnet danach die eigentlich entwickelte Kraft zu 7500, mit Berücksichtigung des mit entwickelten Wasserdampfes aber zu 1611900 Atmosphären; letzteres eine von mehr als einem Gesichtpunkte aus als unhaltbar zu betrachtende Annahme.

Die von dem Pulver geforderte Wirkung kann aber von zweierlei Art seyn, entweder eine drückende, treibende, oder eine stosende, zertrümmernde; für erstere bedarf man einer langsameren, für letztere einer schnelleren Entwickelung einer grosen Menge hochgespannten Gases, man müsste denn jene erstere Wirkung zugleich dadurch erlangen wollen, dass man durch die Zusammensetzung des Pulvers mehr auf die Entwickelung von Kohlenoxyd- und schwefeligsaurem Gase als auch die von kohlensaurem Gase hinarbeitete.

Die treibende Kraft wird beim Schiesen mit Gewehren, die stosende, zertrümmernde beim Sprengen verlangt.

Sonach erfordert das Sprengen im Kriege wie beim Bergbaue eigentlich ein schnell entzündliches, plötzlich eine grose Kraft entwickelndes Pulver. Dennoch giebt man auf der andern Seite gewöhnlich als wesentliches Erforderniss des Sprengpulvers „die Entwickelung einer nicht zu grosen Kraft auf einmal, sondern eine allmälige“ an, weil sich ausserdem der Erfolg auf ein Zertrümmern der nächsten Umgebung, ein Oeffnen des nächsten Ausganges beschränke, nicht aber auf einen gröseren Umkreis ausdehne. Man mag diese Folgerung aus Vorgängen anderer Art gezogen haben, ohne zu bedenken, dass hier die Umstände ganz andere sind, und

Digitized by Google

es scheinen noch bis jetzt selbst bei tüchtigen Männern vom Fache in dieser Hinsicht ziemlich unklare, auf verjährten Vorurtheilen beruhende Ansichten vorzuwalten. Von jener Annahme ausgehend stellt man nehmlich fast überall das Sprengpulver nicht nur durch grösere Dichtheit und gröberes Korn langsamer entzündlich und verbrennend, sondern auch durch überwiegenden Schwefelzusatz und Verminderung des Salpeters schwächer dar, und hält ein solches Pulver für vorzugsweise, ja allein brauchbar, für weit wirksamer als ein stärkeres; daher Kriegs- oder gar Jagd-Pulver, welche doch gerade eine mehr drückende Kraft äussern sollen, für viel zu stark.

Ein wesentlicher Grund hiervon mag allerdings mit die beabsichtigte Kostenverminderung gewesen seyn, welcher jedoch häufig mehr und mehr von den Fabricirenden, mochten dies Privatleute oder der Staat seyn, durch übertriebenen Zusatz von Schwefel, mit Hintansetzung des ursprünglichen Zweckes, zu ihren eigenen Vortheile ausgebeutet wurde; ein anderer: grösere Dauerhaftigkeit des Pulvers; ein dritter: dass bei Anwendung des Sprengpulvers im Kriege durch die Gröse der auf einmal entzündeten Ladungen die geringere Güte einigermasen mit übertragen wird; ein vierter endlich, beim Bergwerksgebrauche vorwaltender: dass ein Ueberladen, — welches wegen der Unmöglichkeit, die wahre Gröse des Widerstandes bei jedem Bohrloche genau zu ermitteln, weit öfter und in einigem Grade wohl bei den meisten wirkenden Schüssen statt findet, und je gröser desto schädlicher ist, — bei schwachem Pulver nicht in so hohem Grade möglieh, dann aber wegen des geringeren Preises solchen Pulvers, auch öconomisch minder nachtheilig ist.

Man übersah aber; dass das oben erwähnte mechanische Verhältniss: dass an und für sich eine drückende Wirkung nachhaltiger und weitgreifender als eine stosende, vornehmlich eine mit groser Geschwindigkeit verknüpfte, auf andere Fälle ganz anwendbar ist, bei dieser Kraft aber und unter den eigenthümlichen Verhält-

Digitized by Google

nissen ihrer Anwendung zum Sprengen völlig verändert, ja zum guten Theile umgekehrt wird. *)

Wenn nehmlich die allmälige Entzündung des Pulvers den Erfolg haben sollte, dass in der ersten Zeit der Verbrennung gar keine Wirkung auf die Umgebung statt fände, diese also sich ganz auf den letzten Augenblick des Verbrennens zusammendrängte, so würde der endliche Erfolg bei einem schneller und einem langsamer verbrennenden Pulver im günstigen Falle ganz derselbe bleiben, obgleich selbst dann in der Wirklichkeit schon desshalb nicht, weil nicht nur das entwickelte Gas mehr Zeit hat, Wärme an die Umgebung abzusetzen und dadurch seine ursprüngliche Spannung zu verlieren, — welche im glücklichen Falle durch die beim Fortgange der Verbrennung neu entwickelte ersetzt werden müsste, in Wahrheit aber diess desshalb nicht hoffen lässt, weil bei dem schichtenweisen Abbrennen der Körner von Aussen nach Innen, der Kern immer kleiner, die in gleichen Zeiträumen entwickelte Gasmenge also immer geringer wird; — sondern auch das Gas während einer desto längeren Zeitdauer bis zur vollendeten Wirkung Gelegenheit hat ungenützt durch die Zünderspur zu entweichen, welche einen nicht unbedeutenden und desto gröseren Verhältnisstheil des Querschnittes einnimmt, je enger das Bohrloch ist. Wenn aber wirklich, — und diess scheint doch der Zweck zu seyn, — auch die Wirkung gleich anfangs beginnen und allmälig mit fortschreiten soll, so kann solches noch weniger ohne sehr bedeutenden Kraftverlust geschehen;

*) Zur Bestätigung des Vortheiles der Anwendung eines minder kräftigen Pulvers wird zuweilen angeführt: dass die Kugel einer scharf geladenen Büchse, nahe genug abgeschossen, wohl durch eine Fensterscheibe zu gehen vermag, ohne mehr als ein rundes Loch zu verursachen, während sie bei schwächerer Ladung oder aus gröserer Entfernung die Scheibe unfehlbar zertrümmert. Darin liegt jedoch mir der Beweis, dass das Kraftmoment im ersteren Falle für die verlangte Wirkung zu gros war, daher dort wo ein weitergreifendes Zertrümmern beabsichtigt wird, die Ladung nur eben die nöthige Stärke haben, nicht aber dass das Pulver selbst langsam und schwach wirkend seyn muss.

Digitized by Google

1) weil jene Wirkung, wenn sie in einem Nachgeben der Gesteinswände, (obschon wohl sehr unbedeutend,) oder eher des Besatzes über die Ladung, bestände, dem Gase einen gröseren Raum zur Ausdehnung, Abkühlung, Abspannung eröffnen; wenn sie aber in einem Aufreissen des Gesteines, Oeffnen von Klüften bestände, einen anderen Theil des Gases geradezu ungenutzt entweichen lassen würde; 2) weil ohnehin, sofern die Bohrlöcher nicht mit einem gröseren Kraftaufwande, weiter dargestellt werden sollen als gewöhnlich, das Pulver auf eine verhältnissmäsig gröser Länge vertheilt ist, und dadurch die Verbrennungszeit weit gröser wird, als bei einer anderen Verwendungsweise; endlich 3) weil mit dieser Gestalt des das Pulver enthaltenden Raumes die Abkühlungsfläche und mit ihr die Herabziehung der Temperatur und Spannung des Gases um so mehr wächst, je höher diese ursprünglich ist.

Wenn man daher selbst durch ausdrücklich angestellte Versuche den Nachtheil der Anwendung stärkeren Pulvers nachgewiesen haben will, so möchte diess darauf beruhen, dass dergleichen Versuche unvollkommen angestellt, unvollständig ausgeführt, einseitig beurtheilt worden sind. Insbesondere hat man wohl meist übersehen, dass die Ladung desto kleiner oder gegentheils die derselben vorzugebende Arbeit desto gröser werden muss, je gröser die Stärke des Pulvers ist, dass aber diese Beurtheilung der abzubrechenden Menge nicht den Häuern überlassen werden darf, welche an ein gewisses Pulver gewöhnt, gröstentheils ihre Arbeit ganz mechanisch und nur nach einmal hergebrachter Weise, keineswegs aber mit derjenigen Ueberlegung verrichten, welche man von ihnen erwarten sollte, ihnen auch oft zuschreibt, übrigens auch sich um so weniger der Möglichkeit des Misslingens eines Schusses durch eine ihnen zu schwach scheinende Ladung aussetzen wollen, je mehr diess auch nachtheilig auf ihr Verdienst einwirken würde.

Man hat ferner häufig übersehen, dass bei stärkerem Pulver gleichzeitig desto mehr auf grösere Festigkeit des Besatzes so wie Enge der Zündspur gedacht

Digitized by Google

werden muss; endlich andrerseits, dass durch Anwendung stärkeren Pulvers gegen schwächeres, bei der Gewinnung von einer und derselben Masse Gestein eine Anzahl abzubohrender Löcher, somit eine Menge Handarbeit nebst sonstigem Aufwande erspart wird.

Sonach ist diese Frage noch keineswegs so weit, am wenigsten aber in der Art entschieden, wie Viele annehmen, *) und sie kann es um so weniger scheinen, als das Pulver, welches bei dem einen Bergbaue schon starkes heist, bei einem anderen schwaches genannt, bei manchem Bergbaue, wie in England, letzteres gar nicht angewendet wird.

Die gewöhnliche Stärke des sächsischen Bergpulvers ist ⅓, ⅖ selten ½ von der des Kriegspulvers, nehmlich nach der dortigen Probeweise durchschnittlich 25 bis 45 Grad. Noch in der letzten Hälfte des vorigen Jahrhunderts bis in das erste Viertel des jetzigen hinein, schlug das Pulver nur 8 bis 10 Grad, ob aber dasselbe auch in diesem Verhältnisse geringer war als das jetzige, wie wohl behauptet wird, ist sehr fraglich, ja mehr als unwahrscheinlich, weil früher die Pulverprobevorrichtungen viel unvollkommner waren, übrigens auch deren besondere Einrichtung bekanntlich von solchem Einflusse ist, dass z. B. noch jetzt dasselbe Pulver von obigem Gradschlage auf anders eingerichteten Pulverproben nur 4 bis 5 Grad schlägt.

---

*) So wird in dem freiberger Revier häufig auf frühere Versuche, besonders auf dergleichen Bezug genommen, welche in den Jahren 1756 und 57 auf Veranlassung des damaligen Bergrath Gellert, in sehr ausgedehnter Weise über die Anwendung von feinem Pulver gegen gewöhnliches Sprengpulver angestellt wurden und ganz zu Gunsten des groben, schwachen ausgefallen seyn sollten; geht man jedoch in den darüber vorhandenen aktenmäsigen Nachrichten auf Umstände, Zusammenhang und Erfolg näher ein, so ergiebt sich: dass dieselben theilweis ganz zweckwidrig und so angestellt wurden, als ob ein solcher Ausfall beabsichtigt werde; theilweis aber trotz dieser Absichtlichkeit der Erfolg immer noch zu Gunsten des stärkeren Pulvers gewesen ist. Bei späteren berücksichtigte man wohl den Einfluss (theilweis unverhältnissmäsig) weiter Zündspuren nicht. In der neuesten Zeit hat man dergleichen Versuche wieder aufgenommen, aber noch nicht vollendet.

Digitized by Google

Dass übrigens nächstdem die Haltbarkeit und Dauerhaftigkeit des Pulvers mit dessen Dichtheit, Trockenheit, Gröse der Körner, (wegen dadurch verminderter Oberfläche,) Rundung und Glätte zunimmt, ist schon aus dem über die Begründung der Stärke Gesagten ersichtlich geworden.

Zuletzt ist auch noch zu beachten, dass der feste Rückstand von der Verbrennung des Pulvers, das rothe Schwefelkalium, die Eigenschaft besitzt, das Wasser aus der Luft begierig anzusaugen, wodurch so viel Wärme frei wird, dass sie selbst Entzündung hervorbringen kann, namentlich vermittelst der noch im Rückstande enthaltenen unverbrannten Kohlentheile; andrerseits ist er vermöge dieses Wassergehaltes fähig, nachher wieder mit ihm in Berührung gebrachtes Pulver feucht zu machen. (Vergl. Meyer a. a. O. §. 264. *) Beide Eigenschaften sind vorzüglich für den Gebrauch des Pulvers in Schiesgewehren aller Art, weniger aber für das Sprengen zu berücksichtigen, wo seltner der Fall vorkommt, ein und dasselbe Loch und zwar ohne weitere Vorkehrungen unmittelbar nach einander mehrere Male zu laden. (Vergl. §.§. 59. 61.)

Obgleich schon oben hervorgehoben worden ist, dass es eine andere Zusammensetzung nicht giebt, welche fähig wäre, eine grösere, oder nur so grose Menge treibendes Gas von solcher Spannung in kürzerer Zeit zu entwickeln, als das gewöhnliche Schiespulver, so hat man doch wiederholt eine solche aufzufinden gesucht. Am öftersten ist das Augenmerk auf Chlorkalipulver gerichtet worden, entweder zu alleiniger Anwendung oder als Zusatz zu gewöhnlichem Schiespulver. Nach Meyer (a. a. O. §. 205.) würde dessen richtige Zusammensetzung seyn: 1 Atom chlorsaures Kali, 1 Atom Schwefel und 3 Atom Kohle, oder in Gewichtstheilen, 78,07 chlorsaures Kali, 10,25 Schwefel, 11,68 Kohle;

---

*) Auf diese Eigenschaften hat übrigens Meyer schon im Jahre 1829 in J. C. Poggendorff's Annalen für Physik und Chemie, Bd. XVI. (1829.) S. 357 aufmerksam gemacht.

Digitized by Google

oder 1 Atom chlorsaures Kali, 1 Atom Schwefel und 6 Atom Kohle d. i. 72,14 Gewichtstheile chlorsaures Kali, 9,13 Schwefel und 19,73 Kohle.
Erstere Zusammensetzung würde als Product geben: 1 Atom Chlor, 3 At. Kohlensäure und 1 At. Rückstand; letztere 1 At. Chlor, 6 At. Kohlenoxydgas und 1 At. Rückstand; der Rückstand in beiden Fällen Schwefelkalium.

Beide Zusammensetzungen lassen sich leichter entzünden als das Schiespulver, schon durch starken Schlag, starke Reibung. Die Explosion ist, besonders bei der ersten und wenn solche durch Schlag entzündet wird, weit heftiger, obschon die Gasmenge geringer, weil das chlorsaure Kali weit leichter zersetzbar ist.

Dieses Pulver ist aber für den gewöhnlichen Gebrauch zu schnell explodirend, greift, beim Gebrauche im Kriege die Waffen stark an, ist zu gefährlich in der Bereitung und Anwendung, zersetzt sich schnell und ist daher schwer aufzubewahren und zu versenden. Man kann sich desshalb seiner noch seltner zum Bergwerksgebrauche bedienen, höchstens zum Zünden durch Perkussion, (S. §. 54.) oder überhaupt beim Sprengen unter Wasser (S. §. 52 u. s. f.) bei welchem desshalb auch noch betreffende Zusammensetzungen angeführt werden sollen.

Eben so unbrauchbar haben sich auch manche andere Zusammensetzungen erwiesen, welche zu verschiedenen Zeiten versucht worden sind, aber höchstens eine der nothwendigsten Eigenschaften in einem höheren Grade besitzen, während sie in den übrigen desto tiefer stehen, wie u. A. ein auch in Dingler's polytechn. Journ., (Bd. XLVII. (1833) S. 74) erwähntes Schiespulver amerikanischer Erfindung, welches aus 2 Theilen Salpeter mit 1 Theil kohlensaurem Kali (Pottasche) zusammengeschmolzen, davon zu 4½ Theilen, 1 Theil Schwefel zugesetzt bestand. Es besas bei groser Entzündlichkeit weit weniger Kraft. In dieselbe Classe dürfte wohl auch die in neuerer Zeit wieder aufgetauchte Idee gehören: bitumineuse Stoffe in das Gemenge des

Digitized by Google

Schiespulvers einzuführen, davon man den Zweck nicht abzusehen vermag, wenn es nicht der ist, die Bildung von Kohlenoxydgas zu vermehren, was aber keinen Nutzen gewähren könnte. *)

Sonach bleibt das eigentliche, gewöhnliche Schiespulver immer das für den allgemeinen Gebrauch alleingeeignete.

Die äusseren Erkennungszeichen eines guten Pulvers sind, nach dem Obengesagten folgende:

1) es muss ein nicht zu grobes, gleichförmiges, rundes oder stumpfeckiges Korn haben;

2) eine gleiche, schieferschwarze Farbe, welche es auch in der Hand gerieben nicht verlieren darf; bläulichschwarze, oder ganz dunkelschwarze Farbe deutet auf starken Kohlenzusatz oder Feuchtigkeit hin;

3) es darf auf der Hand oder einem Bogen weissen Papieres nicht abfärben;

4) es darf nicht staubig seyn, was sich schon zum Theil durch das Abfärben, aber auch dann kund giebt, wenn man eine Parthie Körner auf einem rauhen Brette herablaufen lässt, auf welchem sie dann den Staub zurücklassen;

5) es muss gehörig fest und dicht seyn, was man erkennt: a) indem es in der Hand gedrückt knirscht, b) sich dabei nicht leicht zerreiben, c) mit dem Mesnicht zu leicht zerdrücken lässt;

6) es muss gleichförmig gemengt, gleichförmig

*) Zu Zusammensetzungen der letzteren Art scheint auch die schon früher versuchte Anwendung von Braunkohle statt gewöhnlicher Holzkohle zu Schiespulver zu gehören, welche in den Jahren 1809 und 1810 dem freiberger Bergbaue von einem Pulverfabrikanten als weit stärker als letzteres Pulver (= $2^1/_4$:1) angepriesen wurde, von welchem sich aber endlich ergab, dass es diese Vorzüglichkeit nur im Vergleiche mit ganz schlechtem, unbrauchbaren Pulver gewöhnlicher Zusammensetzung gezeigt habe, was auch um so weniger Verwunderung erregen kann, als die Güte des Pulvers sehr von der Entzündlichkeit der Kohle abhängt, Braunkohle aber zu den am schwersten entzündlichen, auch sehr aschenreichen gehört. Uebrigens erzeugte desshalb auch letzteres Pulver einen sehr unangenehmen, lange Zeit stehenden Rauch.

Digitized by Google

dicht seyn, daher mit dem Messer zerdrückt, weder weisse Stellen — Salpetertheile — noch lockere zeigen;

7) es darf nicht feucht seyn; im Sandbade bei nicht über 60° R. Wärme erhitzt darf es nicht über 0,02 seines Gewichtes verlieren;

8) Angezündet muss es schnell und gleichförmig abbrennen, auf einem glatt ausgebreiteten Papier abgebrannt nicht einzelne schwarze Flecke von zu langsam oder nicht verbrannten Körnern darauf zurücklassen oder gar das Papier selbst anbrennen.

Nächstdem kann man auch noch das specifische Gewicht der Kornmasse, durch Wägung, die Zusammensetzung durch chemische Analyse finden, worüber das Nähere nicht hierher gehört; die Stärke endlich durch unmittelbares Probiren.

Hierzu hat man verschiedene Vorrichtungen, sogenannte Pulverproben. Der Haupttheil besteht bei allen aus einem kleinen Mörser oder auch einem kurzen Rohre, in welche das zu probirende Pulver gefüllt und angezündet wird, worauf seine Stärke entweder

I) durch die Gröse des auf einen fortgeschleuderten Körper ausgeübten Stoses, oder

II) den auf den Mörser selbst ausgeübten Rückstos, oder auch

III) durch beide zusammen, gemessen wird.

Unter die Classe I. gehört

1) die von Frankreich ausgegangene für Kriegspulver sehr gewöhnliche Probevorrichtung, welche darin besteht, dass aus dem unter 45 Grad aufgerichteten Mörser eine Kugel geworfen und aus der erreichten Wurfweite die Stärke des Pulvers bemessen wird.

2) Eine andere, auch bei dem sächsischen Bergbaue durchgängig angewendete, Probe ist folgende: die Mündung des senkrecht aufgerichteten auf einer unnachgiebigen Unterlage befestigten Mörsers wird durch eine genaue abschliesende Platte bedeckt, auf welcher mittelst einer Stange ein Gewicht lastet, zwei andere zu beiden Seiten stehende Stangen bilden eine senkrechte Leitung für diese Platte, ein von derselben oben getra-

Digitized by Google

gener Steg aber leitet die mittlere Stange. Liegt die Platte auf dem Mörser, also im tiefsten Stande, auf, so steht das Gewicht noch über diesem Stege. Nächst dem ist die mittlere Stange auf beiden Seiten mit Zähnen versehen in welche zwei Sperrklinken eingreifen, die in den beiden Seitenstangen ihre Unterstützung- und Drehungs-Axen finden, und endlich ist sie auch mit einer Gradeintheilung versehen, deren Anfang der Steg abschneidet, wenn die Platte auf dem Mörser liegt. Wird nun die in den Mörser gefüllte Pulvermenge durch dessen Zündloch angezündet, so wird die Platte mit dem Gewichte aufwärts geworfen, in der grösten erreichten Höhe aber durch die Sperrklinken erhalten, so dass man jene Höhe an der Gradeintheilung ablesen kann. Man nennt diese Probe auch wohl die Stangenprobe.

3) Eine dritte, die Stärke durch unmittelbare Wirkung auf ein Gewicht kundgebende Vorrichtung ist die sogenannte Pistolenprobe. Die Ladung wird in einen kleinen nach Pistolenart geschäfteten Lauf gebracht, dessen Mündung durch eine Platte dicht geschlossen werden kann. Diese Platte die an der Umfläche eines durch eine Feder zurückgehaltenen Rades sitzt, wird von dem mittelst eines gewöhnlichen Schlosses entzündeten Pulver zurückgeworfen; eine am Rade angebrachte Gradeintheilung giebt das Mas der Zurückwerfung und somit die Stärke des Pulvers an. Diese Probe ist wegen ihrer Einfachheit bei Pulverfabrikanten viel in Gebrauch.

II) Pulverproben blos mit Rückstos.

4) Der Mörser ist an dem hierzu mit einem Ringe versehenen Ende eines Armes angebracht der von einer Drehaxe ausgeht; unter einem rechten Winkel mit ihm nach unten geht von derselben Axe ein zweiter Arm aus. Diese Arme, vornehmlich der erste, bewegen sich innerhalb eines concentrischen, von demselben Mittelpunkt aus beschriebenen Bogens, der etwa ⅙ des Kreisumfanges einnimmt, und so aufgestellt ist, dass der obere Anfang desselben in gleicher Höhe mit der Axe liegt, somit der erstere Arm auf ihn gerichtet ist, wenn er horizontal steht. Dieser Bogen ist in Grade eingetheilt

Digitized by Google

und auf der inneren Seite gezahnt, an dem Ende des den Mörser tragenden Armes aber ein um ein Gelenk drehbares Blättchen angebracht, welches sich schräg gegen die gezahnte Peripherie anlegt und bei der Abwärtsbewegung des Armes darüber hingleitet, sich aber sofort einlegt wenn eine Rückbewegung eintreten will, daher dieses Blättchen als Widerhalter und als Zeiger dient. Am Ende des anderen Armes endlich ist eine Kugel befestiget welche den ersteren mit allem Zubehör im Gleichgewicht hält. Das Pulver wird in den oben offnen Mörser gebracht, mittelst eines Schwefelfadens oder eines Stückchens Zündfaden entzündet und treibt nun mittelst des auf den Boden des Mörsers ausgeübten Rückstoses letzteren, im Bogen um die Axe schwingend, desto weiter abwärts, je stärker es ist; das am Ende des durchlaufenen Weges einfallende Blättchen giebt das Mas dieses Weges an der Theilung an. Der Mörser ist oben ganz offen, doch dürfte es fast besser seyn ihn zum Theil bis auf eine mittlere Oeffnung zu schliesen, wie bei der weiter unten zu beschreibenden hydrostatischen Probe, wodurch, wegen des noch mehreren Zusammenhaltens der entwickelten Kraft im ersten Augenblicke der Entzündung, der Rückstos kräftiger zu werden scheint.

5) Aehnlich ist die auch beim Kriegswesen mit angewendete sogenannte Pendelprobe; bei welcher am Ende eines Pendels ein kleines Kanonenrohr, tangential befestigt ist, welches mit einer Kugel geladen wird und dadurch natürlich einen noch kräftigeren Rückstos bekommt; das Mas desselben wird auf gleiche Weise durch einen Zeiger auf einer Gradeintheilung angegeben, wie bei den genannten; bringt man, wie es wohl auch geschieht, noch ein zweites Pendel an, welches von der Kugel getroffen und nach der entgegengesetzten Seite geworfen wird, so ergänzen beide Angaben einander, dann gehört aber die Vorrichtung in die Classe III.

6) Die hydrostatische Probe von Regnier; die ursprüngliche Einrichtung derselben ist folgende: der

Digitized by Google

Mörser wird in die obere Mündung eines hohlen röhrenförmigen Stabes eingesetzt. Seine eigene Mündung ist durch eine festaufsitzende Deckplatte geschlossen, welche nur in der Mitte eine Oeffnung von kleinerem Durchmesser hat. Unten an jener Röhre sitzt ein hohler Körper von Messingblech und unter diesem ein Gewicht, welche die ganze Vorrichtung in einem Gefäse mit Wasser in aufrechter Stellung schwimmend, und zwar wenn die Pulverladung im Mörser ist, bis auf den Nullpunkt einer an der Aussenseite der Röhre angebrachten Gradtheilung eingetaucht erhalten. Das Wassergefäs besteht in einem hohen Blechcylinder. Wird nun das Pulver in dem Mörser angezündet, so drückt der Rückstos desselben die ganze Vorrichtung in das Wasser bis in eine Tiefe hinab, die der Stärke des Pulvers entspricht. Um dieses Eintauchen senkrecht erfolgen zu lassen, ist über dem oberen Rande des Wassergefäses, auf angelötheten Blechstreifen eine ringförmige Scheibe befestigt, die zur Leitung des durch sie hindurchgehenden hohlen Stabes dient. Als Zeiger, um die Einsenkungstiefe anzuzeigen, wird entweder auf diese Scheibe ein dünner biegsamer Drath aufgelegt der die Scala umspannt oder besser ein zweites leichtes Ringscheibchen; beide werden beim Eintauchen an der Gradtheilung hinaufgeschoben, bleiben aber beim Wiederaufsteigen der Vorrichtung vermöge ihrer Reibung in der erreichten Höhe daran sitzen.

Da aber bei dieser Einrichtung immer noch eine merkliche störende Reibung des Stabes in seiner Leitung statt findet, so ist die neuere Einrichtung besser, bei welcher der im Wasser schwimmende hohle Körper cylindrisch und so hoch ist, dass er bis über dessen Oberfläche noch ein Stück herausragt, so dass auch die Gradtheilung unmittelbar an seiner Aussenfläche angebracht ist. Er hat Beharrungsvermögen genug, um einer besonderen Leitung nicht zu bedürfen; die Tiefe aber bis zu welcher die Einsenkung erfolgt, wird dadurch angegeben, dass man auf die Oberfläche des Wassers einen leichten staubförmigen Körper z. B. ganz feine Sägespäne, Lycopodium u. dergl. aufstreut, welcher sich beim

Digitized by Google

Eintauchen des Gefäses in der Höhe, bis zu welcher die tiefste Einsenkung erfolgt ist, ansetzt.

III) Pulverproben durch Stos und Rückstos vereint wirkend.

Zu diesem gehört schon die unter 5) genannte Pendelprobe, bei derjenigen Einrichtung, wo die hineingeladene Kugel gegen ein zweites Pendel abgeschossen wird, noch mehr ist dies aber der Fall bei

7) der Federwagen-Probe. Sie wurde ebenfalls von Regnier lange vor der hydrostatischen Probe erfunden. Eine Feder bildet zwei gerade, unter einem spitzen Winkel mit einander verbundene Schenkel, in deren Knie sie und somit die ganze Vorrichtung frei und in solcher Stellung gehalten und aufgehängt werden kann, dass die Schenkel nach unten gewendet sind; an dem Ende des einen Schenkels auf dessen Aussenseite ist der Mörser, mit der Mündung abgewendet, befestigt, auf der Innenseite aber ein, von dem Knie, als Mittelpunkt aus beschriebener Bogen, welcher somit gegen den anderen Schenkel hin und durch einen Schlitz durch selbigen frei hindurchgeht. Ein ähnlicher Bogen ist an der Innenseite dieses zweiten Schenkels befestiget, welcher nach einem kleineren Halbmesser beschrieben, oberhalb des ersteren liegend, seinerseits in umgekehrter Richtung gegen den ersten Schenkel hinläuft, diesen ebenfalls frei, — durch einen Schlitz — durchdringt und jenseits desselben eine Platte trägt, welche im Zustande der Ruhe die Mündung des Mörsers dicht abschliesend bedeckt. In dem Zwischenraume zwischen beiden Bogen liegt noch ein concentrisch bogenförmig gekrümmter Drath, ebenfalls innen am ersten Schenkel befestigt und den zweiten durchdringend; er dient als Leitung für ein daran verschiebbares leichtes Lederscheibchen, das als Zeiger für die an den inneren Rande des äusseren Bogens angebrachte Gradtheilung dient. Will man diese Probe in Gebrauch nehmen, so wird der Zeiger ganz an den zweiten Schenkel herangeschoben, wo er auf den Nullpunkt der Theilung trifft, der Mörser geladen, mit der aufgedrückten Platte fest geschlos-

Digitized by Google

sen und durch ein Zündloch abgefeuert. Der Stos treibt die Platte fort und zieht dadurch mittelst des inneren Bogens den zweiten Schenkel der Feder gegen den ersten, der Rückstos aber auf den Boden des Mörsers, treibt den ersten Schenkel gegen den zweiten, so dass sich beide mehr schliesen; die erreichte gröste Annäherung beider Schenkel an einander, (Zusammendrükkung) giebt der von dem zweiten Schenkel an der Leitung fort und an der Gradtheilung hin geschobene Zeiger an, welcher an der betreffenden Stelle sitzen bleibt, wenn die Schenkel der Feder nach erfolgter Wirkung wieder in den geöffneten Stand, der Ruhe, zurückkehren.

Von diesen Probevorrichtungen sind, wie schon erwähnt, die erste, durch die erreichte Wurfweite messende, und die fünfte, die Pendelprobe, vorzugsweise für militärische Zwecke geeignet, weil hier die Wirkungsweise des Pulvers der in der Anwendung im Grosen gleich, oder wenigstens ähnlich, weniger aber für den Bergwerksgebrauch, wo die Wirkungsart von der in der Probe verschieden ist.

Eine solche Aehnlichkeit, ja Gleichheit haben Manche besonders in der zweiten Prüfungsweise finden wollen, wo das den Mörser schliesende Gewicht in die Höhe geworfen wird. Auch hier sind aber die Umstände ganz andere als beim Sprengen, indem hier mit der ersten sich durch Erhebung der beschwerten Platte kundgebenden Wirkung der Kraft, auch sofort ein freier Ausgang eröffnet wird, wogegen beim Sprengen zwischen der ersten Entzündung und der Eröffnung eines Ausganges durch Zertrümmern des Gesteins u. s. f. eine wenn auch kleine doch hinreichende Zeit verläuft, um innerhalb derselben den Vorgang in der Entwickelung der Kraft sich ganz anders gestalten zu lassen.

Dieses augenblickliche Oeffnen eines Ausganges muss daher vornehmlich bei starkem, dagegen sich minder schnell entzündenden Pulver von dem wesentlichsten Einflusse seyn, weil hier nur die im ersten Augenblicke entwickelte Kraft von der Probe angezeigt wird, alle

Digitized by Google

folgende aber nutzlos entweicht, so dass gerade diese Probe den obengenannten gewöhnlichen Anforderungen an Pulver — einer langsameren Kraftentwickelung, — sich gar nicht anpasst. Jenen würde sie vielmehr nur dann entsprechen und überhaupt der Vorgang beim Probiren dem beim Sprengen ähnlicher gemacht werden, wenn der Mörser durch ein etwas längeres Rohr ersetzt, dieses durch einen möglichst genau einpassenden, beschwerten Stempel bis auf das Pulver geschlossen würde, welcher erst ein Stück fortgeschoben werden müsste, bevor er ganz hinaus träte und die vordere Mündung frei machte, durch welche das Gas ausströmen könnte. Eine Schwierigkeit wäre hierbei nur die, den Stempel nicht nur anfangs, sondern auch nach schon erfolgtem Gebrauche möglichst genau abschliesend und doch mit kleinster Reibung beweglich zu erhalten.

Die übrigen allein oder mit durch Rückstos wirkenden Proben sehen mehr und weniger von der Wirkungsweise des Pulvers im Grosen, von der beim Sprengen aber ganz ab.

Die Mehrzahl derselben, wie schon die obengenannte trägt den Mangel an sich, dass Reibung von Zapfen, Klinken, Federn und andern festen Theilen dabei zu überwinden ist, welche unter verschiedenen Umständen schon bei einem und demselben Exemplare sehr ungleich seyn kann, daher auch ungleiche Ausfälle geben muss. Am unvollkommensten sind aber diejenigen Proben, wo der Widerstand durch Federn ausgeübt wird, wie bei der Federwagenprobe (7.) und der Pistolenprobe (3.) weil ein solcher auf die Dauer niemals gleich bleibt, vielmehr äusserst verschieden wird. Von ihnen ist die allerunvollkommenste und unzuverlässigste, die Pistolenprobe. Als die vollkommenste hinsichtlich des Gleichbleibens der Bewegungshindernisse erscheint hingegen die hydrostatische Probe, welcher höchstens der Einwand zu machen wäre, dass der Widerstand den das Wasser dem Einsinken entgegen stellt, mit der Geschwindigkeit wächst, mit welcher, und der Tiefe auf welche dasselbe erfolgt, sonach bei stärke-

Digitized by Google

rem und hier wieder bei schneller wirkendem Pulver, gröser werden wird. Indess findet sich diess auch bei den übrigen, bei denen der Stos oder Rückstos auf Fortschieben eines Gewichtes oder des Mörsers selbst u. s. f. wirkt, weil ja ebenfalls deren Beharrungsvermögen desto mehr Kraft zur Ueberwindung erfordert, je schneller sie in Bewegung gesetzt werden sollen, bei den Federn aber vollends auch nachher der Widerstand desto gröser wird, je mehr sie angespannt werden, während doch gegentheils auch bei starkem Pulver die Wirkung im ersten Augenblicke die stärkste ist, wo die Spannung noch eine kleinste, nach und nach kleiner oder wohl wegen freien Entweichens gar keine wird, während jene Spannung wächst. —

Uebrigens ist für die Anwendung aller Pulverproben zu beachten 1) dass jede Art, — bei denen mit gröserer mechanischer Reibung, fast jedes Exemplar — für sich steht, nicht unmittelbar mit anderen verglichen werden kann, die Ergebnisse derselben verschieden sind; 2) dass man beim Probiren stets gleiche Gewichte Pulver anwenden muss, weil aus den oben angeführten Ursachen Pulver in gröserer Menge auf ein Mal angezündet, eine grösere Stärke zeigt als in geringerer. Diese Anwendung kleinerer Mengen ist ist aber ein Versehen, welches sehr häufig vorkommt, wenn in Proben, die nur auf einen gewissen Bereich, eine gewisse Stärke, eingerichtet sind, aussergewöhnlich starkes Pulver probirt wird; 3) dass der Raum im Mörser entweder stets ganz oder wenigstens allemal in einem gleichen Verhältnisse angefüllt wird, weil sonst ebenfalls die Ergebnisse bei sonst gleichen Umständen verschieden sind und nicht mit einander verglichen werden können. Für Pulver von gröserer Dichtheit und daher kleinerem Raumbedürfnisse hat man desshalb entweder kleinere Mörser anzuwenden oder wenn hiervon, für möglichste Genauigkeit, eine zu grose Anzahl nöthig wäre, den Fassungsraum des Mörsers zu verringern; jedoch mit einer ganz festen und unnachgiebigen dicht anschliesenden Ausfüllung; daher nicht etwa, wie es wohl geschieht, durch Einlegen von Pappscheibchen auf dem

Digitized by Google

Boden, am besten vielleicht durch weiteres Einschrauben eines dicht ausfüllenden eisernen oder stählernen Kernes, der den Boden des Mörsers bildet. 4) Nach jedem Probiren ist der Mörser, das Zündloch u. s. f. zu reinigen, weil ein Ansetzen von festem Rückstande bei dem ohnehin geringen Raume auf den Erfolg der nächsten Proben von dem auffallendsten Einflusse ist. Diess ist z. B. deutlich bei der hydrostatischen oder jeder anderen Pulverprobe zu ersehen, bei welcher der Mörser oben mit einer Platte geschlossen, deren Durchbohrung kleiner als die Weite des Mörsers ist. Reinigt man diese Mündung nicht nach jeder Probe, so giebt jede nächste mit derselben Menge Pulver eine immer geringere Stärke; ebenso sind 5) aber auch die sich nach und nach erweiternden Zündlöcher von Zeit zu Zeit auszubohren und auszufüttern; 6) reicht ein nur einmaliges Propiren zur Ermittelung der Stärke eines Pulvers niemals hin, sondern man muss es mehrere Male wiederholen und das Mittel darausziehen.

(Ueber einige Pulverproben vgl. u. A. J. J. Prechtl, technologische Encyclopädie, Bd. XII. (1842.) S 443. — Das Hauslexicon, Bd. VII. Leipzig 1837. S. 279.

Dictionnaire technologique, t. VIII. Paris 1825. art. éprouvette, p. 179. — Bulletin de la soc. d'encouragem an. VI. (1807.) p. 93. und an. XVII. (1818.) p. 20. — V. Moll, Annalen der Berg- und Hütten-Kunde, Bd. I. (1802,) H. 2. S. 48 u. f. f.) —

Da nach dem Obengesagten die Trockenheit des Pulvers von grosem Einflusse auf dessen Wirkung ist, so schlug Schroll (in v. Moll's Annalen der Berg- und Hütten-Kunde Bd. I. (1802.) H. 1. S. 92. u. s. f.) vor,*) das Pulver durch Darren von der während des Herbeischaffens von den Pulvermühlen, wenn nicht gar während seiner Aufbewahrung an nicht allemal günsti-

*) In §. 92 u. s. f. seiner Beiträge zur Kunst und Wirthschaft der Arbeit auf dem Gesteine, — einer der seltenen technisch-bergmännischen Abhandlungen wahrhaft praktischen — (nicht blos empirischen —) Ursprunges und Werthes.

Digitized by Google

gen Orten, angezogenen Feuchtigkeit wieder zu befreien, wodurch dasselbe nach seinen Versuchen, um ¼ bis ¾ seiner früheren Stärke gewonnen haben (von 40 bis zu 60 ja 70 Grad gestiegen seyn,) soll.

Ein solches Darren würde jedenfalls sehr nützlich, dahingegen es nicht räthlich seyn, dasselbe nach Schroll's Vorschlag, in den Huthäusern und dazu einzurichtenden Bergstuben zu bewirken, weil die durch den steten Umgang mit der Gefahr gesteigerte Sorglosigkeit der Bergarbeiter zu bekannt ist, um nicht hier noch weit häufigere und grösere Unfälle befürchten zu lassen, als der Erfahrung nach schon beim Anfertigen der Zünder vorkommen, wo doch mit weit kleineren Massen von Pulver gearbeitet wird, als hier fortwährend, durch Umrühren u. s. f. behandelt werden sollen; so dass auch bei einem geregelten Bergbaue, Pulver selbst in ruhender, abgeschlossener Verwahrung eigentlich in Huthäusern gar nicht, am wenigsten in solchen gröseren Mengen, erhalten werden soll. *)

Rathsam ist es übrigens bei einem Bergbaue den Häuern soweit möglich immer Pulver von gleicher Beschaffenheit und Stärke zu geben, wenigstens nicht häufig und in kurzen Zeiträumen damit zu wechseln, weil sie eben bei jeder Sorte erst durch viele Erfahrungen das richtige Mas der zu gebenden Ladungen ausfinden müssen, mögen sie auch dabei oft zu wenig Ueberlegung anwenden und sich durch Nachahmung und Vorurtheil leiten lassen.

Hinsichtlich des Verfahrens bei der Austheilung und Verwendung des Pulvers, vornehmlich in der Grube, ist natürlich wegen der unmittelbaren Nähe von Lichtern und Lampen die gröste und mehr Vorsicht nöthig, als gewöhnlich angewendet wird. Die Einführung desselben in die Grube, mag sie nun durch Untersteiger oder Gänghäuer, welche dasselbe während der Schicht an die

*) Vergl. u. A. die für den sächsischen Bergbau darüber bestehende Verordnung vom 15ten Jan. 1831, im Kalender für den sächs. Berg- und Hütten-Mann auf d. J. 1833. S. 110.

Digitized by Google

Arbeiter, je nach dem Bedarfe vertheilen, oder durch letztere selbst erfolgen, ist auf eine bequeme und sichere Weise zu bewirken, in ledernen mit verschliesbaren Mundstücken, wie Schrotbeutel u. dergl. versehenen Säcken, oder auch, namentlich in geringeren Mengen, in blechernen Flaschen, obschon minder gut, weil diese leichter Beschädigungen unterworfen sind; unzuverlässig und gefährlich sind aber leinene Beutel und hölzerne Flaschen.

§. 28. Die Patrone ist eine Hülse in welche das Pulver eingeschlossen und so in das Bohrloch gebracht wird. Ihr Zweck ist ursprünglich der, das Pulver zusammenzufassen, damit es leicht und ohne verstreut zu werden eingebracht werden kann, besonders ohne an dessen Wänden hängen zu bleiben, indem in den hängengebliebenen Körnern und Staube die erste Veranlassung zu vorzeitiger Entzündung des Pulvers durch einen etwa beim Besetzen gerissenen Funken geboten werden kann; nächstdem das Pulver vor Feuchtigkeit zu schützen, welche in einem gewissen Grade in jedem Gestein enthalten ist, noch vielmehr aber wenn das Schiesen bei starkem Wasserzudrange, oder geradezu in und unter Wasser bewirkt werden soll. Beiläufig dient endlich die Patronenhülse zugleich auch dazu, dem Häuer die zu seinem Schusse nöthige Menge Pulver zuzumessen.

Je nach dem Zwecke der Patrone und den besonderen Umständen der Anwendung wird dieselbe aus verschiedenem Stoffe und in verschiedener Art hergestellt; allemal aber muss sie 1) dicht seyn, 2) nicht viel Raum wegnehmen, 3) das Bohrloch vollkommen ausfüllen und 4) wenig Kraft zum Zerreissen erfordern.

Für die gewöhnliche Besetzung, bei trocknen Bohrlöchern, ist die Patrone von Papier, und zwar von geleimten, nicht Lösch-Papier, weil dieses leicht fortglimmt, wenn der Zünder abgeschlagen hat ohne das Pulver zu entzünden, was aber durch letzteres noch nach mehrerer Zeit geschehen könnte. Uebrigens würde es durch übeln Geruch die Wetter verderben und starkes ungeleimtes,

fast pappenartiges Pack-Papier, wie es ehemals nicht selten vorkam, ist desshalb, wie schon des Raumes wegen, unbrauchbar. Ein Tränken mit einer Auflösung von Alaun u.dergl. in Wasser, um das Papier noch schwerer entzündlich zu machen, ist hingegen bei geleimten unnöthig.

Das Papier wird über eine Rolle von dem entsprechenden Durchmesser gewickelt und mit Kleister, manchmal wohl mit Pech, zusammengeklebt, was schon sehr unvollkommen ist; noch schlechter ist aber ein Zusammenkleben mit Talg.

Für wirklich nasse Löcher wird das Papier in Wachs oder Pech getränkt oder auch mit Leinölfirniss überzogen, (S. über die Anfertigung von dergl. zu Obernkirchen im Schaumburgischen angewendeter Patronen: Hausmann's Studien des göttingischen Vereins bergmännischer Freunde Bd. IV. (1841.) S. 102.) auch wohl um die erste Patrone eine zweite dergl. gewickelt, oder sie wird von in Theer, Pech, oder in Talg getränkter Leinwand, oder selbst von mit Wachs oder Pech überzogenem Leder hergestellt. Letztere, wahrscheinlich schon in der frühesten Periode des Sprengens bekannt, (Vergl. B. Rössler, Bergbauspiegel, Buch III. Cap. 5. §. 16), wird natürlich umständlich und kostspielig, daher die schon 1689 auf dem Harze erfundenen von geleimten und gepichten Papier für eine grose Verbesserung angesehen wurden. (Vergl. Calvör, Bericht vom oberharzer Masch. Wesen, Thl. II. Cap. 3. §. 8.) Die jetzt so vielfach angewendete Caoutchouc-Auflösung würde sich auch zum Ueberzuge eignen.

Weniger bekannt scheint noch die Verdichtung papierner Patronen durch eine Ueberkleidung von ganz dünn ausgewalztem Zinnblech — Stanniol — zu seyn, welche man zuerst auf den fiscalischen Steinkohlenwerken bei Dresden in Anwendung brachte. Diese Verdichtung gewährt den Vortheil gleich am Orte des Bedarfes, daher demselben ganz angemessen, mit leichter Mühe gefertigt werden zu können, da der Stanniol in

Digitized by Google

den Rändern nur glatt und dicht aufgestrichen zu werden braucht, und wohlfeiler zu seyn als irgend eine andere.

Auch gepichte hölzerne Patronen hat man wohl zuweilen angewendet (so z. B. nach L. W. Gilbert's Annalen der Physik, Bd. LVI. (1817.) S. 91.) ehemals bei dem oberharzer Bergbaue, auf dem Hahnenkleer Zuge. Sie würden nicht viel weniger kosten als lederne u. dergl. dabei noch steifer seyn und mehr Raum wegnehmen als jene; sie gehören daher mehr in eine Classe mit jenem Auskunftmittel dessen sich wohl die Häuer an manchen Orten bedienen, wenn sie unerwartet und unvorbereitet einen Schuss unter starkem Wasserzudrange weg zu thun haben, nehmlich: das Pulver statt in eine Patrone, in ein leeres Oel- oder auch Brandwein-Fläschchen zu füllen, wenn dieses sich durch seine Cylinderform dazu eignet, und so in das Loch zu laden.

Bei sehr starkem Wasserzudrange oder gar beim Schiesen ganz unter Wasser, welches freilich bei eigentlichem Grubenbetriebe seltener vorkommt, wendete man von jeher und bis in die neueste Zeit auch blecherne Patronen an; entweder, ehemals, lediglich von verzinntem Eisenblech oder von Zinnblech. Gewöhnlich sind sie zusammengelöthet, und man muss daher das Pulver durch die Zündspur oder gar durch das ebenfalls aufgelöthete Schiesröhrchen (S. §. 31.) mühsam einfüllen. Besser ist es den Deckel oder Boden nach erfolgter Füllung der Patrone aufzuschrauben, was mittelst zwischengelegter gefetteter oder getheerter Leinwand und dergl. sehr leicht geschehen kann.

Eisenblecherne Patronen sind die unzweckmäsigsten von allen; sie sind theuer, lassen sich nicht genau dem Bohrloche anpassen, dadurch bleibt ringsherum Spielraum, welcher die Wirkung des Pulvers sehr schwächt, und erst durch künstliche Mittel und doch nur mit mangelhaftem Erfolge, wieder ausgefüttert werden muss. (S. §. 51. u. f. f. das Schiesen unter Wasser.) Vor Allem aber wird viel Kraft des Pulvers auf ihre eigene

Zersprengung verwendet, und in um so gröserem Verhältnisse, je kleiner die Ladung, so wie der Durchmesser der Patrone an und für sich ist. Dergleichen Patronen könnten daher nur etwa da nothwendig erscheinen, wo man mit sehr starken Ladungen, grosem Raumbedarfe, unter einer sehr hohen Wasserbedeckung sprengt, die durch ihren grosen Druck die Patrone zerdrücken könnte; wie z. B. beim Sprengen auf dem Grunde sehr tiefer Flüsse oder des Meeres. Dass aber auch selbst dann leinene und ähnliche Patronen völlig hinreichen, hat die Erfahrung bewiesen; wovon später bei dem Schiesen unter Wasser; um so mehr muss es in Verwunderung setzen, dass noch jetzt bei nur wassernöthigen Löchern in Gruben hier und da blecherne Patronen angewendet werden.

Wenig besser sind die Patronen von Zinnblech nur in sofern, als sie mit geringerer Kraft zerrissen werden. Leinene oder lederne Patronen hingegen schmiegen sich dem Bohrlochs-Umfange viel besser an und füllen dasselbe vollkommener aus, leisten sonach auch mehr. Wolfram, in seinem Lehrbuche der ges. Baukunst (Bd. I. S. 168. §. 239) bringt endlich auch, nach Frank, Därme als Patronen in Vorschlag.

Für sehr starke Ladungen zu Sprengungen besonderer Art, namentlich unter Wasser, wird die Patrone durch Kästen oder andere Gehäuse ersetzt, wovon am betreffenden Orte, Beispiele näher beschrieben werden sollen.

Aber auch schon die gewöhnliche für trockene Bohrlöcher bestimmte Papierpatrone fand von jeher und bis jetzt bei dem Häuer starken Widerstand, so dass auch die strengsten Vorschriften selbst da wo den Häuern die Patronen unentgeldlich geliefert werden, nicht hinreichten, dieselben zu deren stetem Gebrauche zu vermögen. Der Einwand ist: dass dadurch die Wirkung des Pulvers geschwächt werde.

Diese schon vor Alters ausgesprochene Meinung (Vgl. B. Rösslers, Bergbauspiegel, Buch III. Cap. 5. §. 17) kann nun zwar nicht so verstanden werden, dass zum

Digitized by Google

Zerreissen des Papieres soviel Kraft erfordert werde, indem selbst in der ältesten Zeit das Pulver nicht wohl so schwach gewesen seyn kann, um dadurch eine merkliche Verminderung der Leistung zu erleiden; wohl aber ist sie in sofern nicht als ganz grundlos zu betrachten, als, wie schon mehrmals erwähnt wurde, die Patrone das Bohrloch nicht genau ausfüllt, Zwischenraum lässt und zwar um so mehr, je steifer, unbiegsamer sie, jemehr das Bohrloch conisch oder gar in Absätzen gebohrt ist. Obschon nun zwar eine eigenthümliche in §. 49. näher zu betrachtende Theorie besteht, nach welcher die absichtliche Herstellung eines hohlen Raumes bei der Ladung, die Wirkung des Schusses vergrösern soll, so hat sich doch bis jetzt dieselbe nur wenig Eingang zu verschaffen vermocht, vielmehr wird ein vollständiges Ausfüllen des für die Ladung bestimmten Raumes durch jene als nothwendig betrachtet um eine gröste Wirkung zu erlangen. (Kegelförmige, oben engere Patronen hat man gegentheils versuchsweise angewendet um absichtlich einen leeren Raum zu lassen. (S. §. 49.)).

Dennoch bleibt hinsichtlich möglichster Sicherheit die Anwendung der Patrone unentbehrlich, sofern nicht durch besondere Vorsichtsmasregeln die Umfläche des obern Theiles des Bohrloches von Pulverstaub frei erhalten oder gereinigt, dieser den Besatz aufnehmende Theil von dem Pulver gleich anfangs dicht abgeschlossen wird.

In solchem Falle bedient man sich entweder, für trockne Bohrlöcher, gar keiner Patrone, oder derselben höchstens zum Zumessen und zum Einschütten des Pulvers, wie diess früher längere Zeit auch in Sachsen der Fall war, (wesshalb noch bis zu Anfang dieses Jahrhunderts die Patronen, um länger zu halten, wohl aus ganz starkem Packpapier gefertigt wurden,) was in neuester Zeit selbst wieder gesetzlich gestattet ist.

Ohne dergleichen besondere Vorsicht aber das Pulver mit der Hand in das Bohrloch zu schütten, sollte

Digitized by Google

schon die allereroberflächlichste Beachtung der Sicherheit beim Besetzen nirgends gestatten.

In aufwärts gerichteten, söhligen, ja schon sehr flach abwärts geneigten Löchern kann man aber die Patronen nicht entbehren, indess sucht man sich in letzteren beiden wohl noch durch Eintragen des Pulvers mit einer Art Löffel zu helfen, wie z. B. in Cornewall (Vergl. Karsten und v. Dechen Archiv für Mineralogie u. s. f. Bd. XII. (1838.) S. 199.) oder, noch schlechter, durch Hinter- und Hinab-Schieben des Pulvers blos mit dem Krätzer oder gar einem Stocke, wie in den Alaunbrüchen zu Tolfa im Römischen. (Vergl. Annales des mines 1. ser. t. I. (1816) p. 328.)

Ein sehr sonderbares Verfahren ist aber das wenigstens früher bei dem Eisensteinbergbaue auf der Insel Elba angewendete: auf die Patrone noch einige Hände voll Pulver lose aufzuschütten. (S. Journal des mines. t. XXXI. (1812.) p. 22.)

Eine eigenthümliche, zum bequemen und sicheren Einfüllen des Pulvers in das Bohrloch, von gewöhnlicher geringer Tiefe, bestimmte Vorrichtung ist die Wechselpatrone oder das Füllrohr von Chenhall, (vergl. Transactions of the roy. geol. soc. of Cornwall. Vol. I. (1818.) p. 92.)

Dieselbe — Taf. VIII. Fig. 6. A. Durchschnitt, B. obere Ansicht, — besteht aus einem Rohre a von Kupferblech, an beiden Enden offen und bequem in das Bohrloch einpassend, in ihm lässt sich ein bleierner Kolben b hin- und herschieben, der an einem, oben mit einem Ringe versehenen, übrigens eingetheilten Stabe c befestigt ist. Zum Laden eines abwärts oder söhlig gerichteten Loches wird der Kolben auf eine solche Länge zurückgezogen, als die Pulverladung im Füllrohre — und Bohrloche — einnehmen soll, der dadurch freigelassene Raum voll Pulver gefüllt, die Mündung mit einem Pfropfe von weichem Letten verschlossen und so das Rohr in das Bohrloch hineingesteckt. Während man nun den Kolben vorwärts, sonach das Pulver zur unte-

Digitized by Google

ren Mündung heraustreibt, wird gleichzeitig das Rohr zurückgezogen.

Selbst für aufwärts gerichtete Bohrlöcher kann man dieses Rohr anwenden, wenn man den Lettenpfropf auf den zurückgezogenen Kolben setzt und hierauf das Pulver einschüttet; ist nun dasselbe auf gleiche Weise wie im ersten Falle mittelst des Kolbens oben hinaus und so in das Bohrloch hineingeschoben worden, so folgt der Lettenpropf nach und wird durch wiederholtes Aufstosen des Kolbens auf das Pulver und gegen die Wände des Bohrloches gedrückt, so dass er das Pulver darin zurückhält. Will man zugleich den Zünder mit in das Pulver einsetzen, so kann längst der Innenseite des Rohres herab noch zu dessen Aufnahme ein engeres Rohr d angelöthet und der Kolben dazu ausgeschnitten werden; die Vorrichtung wird aber dadurch gekünstelter, also minder brauchbar.

Nach dem im Archiv f. Mineralogie von Karsten und v. Dechen, Bd. XII. (1838) mitgetheilten Aufsatze über die in Cornwall gebräuchliche Schiesmethode soll jedoch (S. S. 199.) dieses Füllrohr daselbst wenig angewendet seyn.

Das Füllen der gewöhnlichen Patronen, welches mehrentheils nicht anders als in der Grube selbst erfolgen kann, weil ja die Gröse der Ladung dem jedesmaligen Bedürfnisse anzupassen ist, muss desshalb mit um so gröserer Vorsicht geschehen. *) Schroll in seinem oben angeführten Aufsatze, verlangt, dass die Aufseher Patronen von verschiedenem Gewichte in einer weissblechernen oder harthölzernen Flasche mit sich führen sollen.

§. 29. Der Schiespflock oder allgemeiner: Schiespfropf — gehört schon dem Besatze d. i. dem Verschlusse des Bohrloches über dem Pulver zu.

*) Jedoch ist diess nicht durchgängig; so z. B. zu Schemnitz in Ungarn werden die Patronen alle Wochen gleich gefüllt vertheilt und von den Häuern in ihren, in ganz Ungarn gebräuchlichen, ledernen Tornistersäcken mit in die Grube geführt.

Digitized by Google

Er hat ursprünglich den Zweck unmittelbar über dem Pulver einen Abschluss des Bohrloches zu bewirken, welcher 1) verhindert, dass Funken, die beim weiteren Besetzen etwa gerissen werden, unmittelbar zu dem Pulver gelangen können, 2) dass das Material des Besatzes sich nicht unter das Pulver mengt, letzteres zusammengehalten wird; hierzu kann endlich noch eine andere Bestimmung kommen: 3) einen leeren Raum über ja sogar unter dem Pulver herzustellen; dieser Zweck gehört jedoch einer eigenthümlichen, schon im vorigen §. erwähnten Besetzungsweise zu.

Material und Einrichtung der Schiespfröpfe sind daher sehr verschieden, ebensoderen Erfolg und Brauchbarkeit.

1) Schiespfröpfe von Holz, die eigentlichen Schiespflöcke. Taf. VIII. Fig. 7. bestehen aus niedrigen ¾ — 1 Zoll hohen Cylindern von weichem Holze, in welche an der Umfläche für die Entzündung des Pulvers eine Spur a eingeschnitten ist.

Werden diese Pfröpfe, deren Gebrauch seit dem Anfange dieses Jahrhunderts bei dem sächsischen Bergbaue bis zu den Veränderungen der neuesten Zeit, allgemein vorgeschrieben war, gehörig vorgerichtet und angewendet, so entsprechen sie ihrem Zwecke auf das Vollständigste, indem sie einen dichten Abschluss gewähren, zugleich auch das Pulver beim Besetzen nicht stark zusammenschlagen lassen. Eingewendet wird aber gegen dieselben: dass sie mehr Zeit zum Besetzen in Anspruch nehmen, indem sie um genau zu passen von dem Häuer erst gehörig zugeschnitten werden müssen, sowohl desshalb, weil sie um wohlfeil zu seyn, fabrikmäsig, durch Ausschlagen, *) gefertigt werden müssen, als auch, weil die Bohrlöcher wieder nach unten enger zusammenlaufen; nimmt sich der Häuer diese dazu nöthige Zeit nicht, und ist der Propf zu gros, so geht er zu schwer ein, lässt leeren Raum über dem Pulver, presst wohl selbst die darin enthaltene Luft so stark zusammen, dass dadurch so viel Wärme frei werden

*) Gedrehte sind freilich besser; aber zu theuer.

Digitized by Google

kann, dass sie das Pulver entzündet, oder es wird wenigstens die Zündspur so stark verengt, dass die absichtliche Entzündung nicht hindurch zum Pulver gelangen kann, oder endlich der Pfropf wird zerschlagen; ist gegentheils der Pfropf zu klein, so bleibt so viel Zwischenraum um ihn her, dass er ganz unnütz wird. Ferner wird erhoben, dass bei einigem Wasserzudrange im Bohrloche, sofern das Pulver nur in einer gewöhnlichen Patrone eingeführt ist, das Einpassen des Pfropfes zu lange dauern und das Pulver mittlerweile feucht werden lassen, endlich, dass bei starken Eintreiben des Pfropfes mittelst des Stampfers eher Feuer gerrissen werden könnte.

Der hierdurch bei den Häuern erzeugte Widerwille wird meistens noch durch einen andern Grund gesteigert, nehmlich den: dass ein mit einem hölzernen Pfropfe besetztes Loch schwerer ausgebohrt werden kann, wenn es versagt hat. Zwar soll dieses Ausbohren überhaupt nur dann gestattet seyn, wenn das Bohrloch abwärts gerichtet, vorher durch eingegossenes Wasser ertränkt werden kann; das ist es aber eben, was die meisten Häuer nicht thun, sondern das Pulver trocken wieder gewinnen wollen, mögen sie es nun im Gedinge arbeitend und dasselbe selbst bezahlend, wieder einliefern wollen oder nicht.

Daher kommt es, dass trotz den strengsten Vorschriften die Pfröpfe, obschon dem Häuer unentgeltlich geliefert, häufig nicht angewendet wurden und ein auf einigen gröseren Gruben einmal angestellter Vergleich des Verbrauches ergab, dass auf 3, ja 4 Bohrlöcher nur 1 Pfropf kam. *)

---

*) Es liegt überhaupt in der Natur der Sache und ist durch Erfahrung nachgewiesen, dass auch die vollkommensten Sicherheitsmasregeln, sofern ihre Anwendung mit einem gröseren Zeitaufwande verknüpft ist, trotz der strengsten Anordnung und Beaufsichtigung, desto erfolgloser werden, je mehr der Arbeiter zu einer grösten Arbeitsleistung gedrängt, sein Verdienst davon abhängig gemacht wird, daher in mehreren stark belegten Bergwerksrevieren sich im Laufe der Zeit die Zahl der Unglücksfälle in demselben Mase vermehrt hat, als die

Digitized by Google

Noch längere Pfröpfe, die also schon einen Uebergang in den wirklichen Besatz bilden würden, haben sich noch unbrauchbarer erwiesen.

2) Eiserne Pfröpfe ebenfalls in Cylinderform, hat man nach den Vorschlägen von Jeaffray und Fox in Cornwall ebenfalls bei einer besonderen Besetzungsweise, nehmlich mit Sand, in Anwendung gebracht, von welcher später (§. 48.) mehr. Ungerechnet die gröseren Kosten der Anschaffung und Unterhaltung — da der bei jedem Schusse mit herausgeschleuderte Cylinder oft genug beschädigt würde und sei er auch von Gusseisen, doch umgegossen werden müsste, — ist ein Vortheil gegen hölzerne nicht abzusehen, wenn er nicht etwa in dem gröseren Gewichte des Pfropfes bestehen soll, vermöge dessen der Pfropf im günstigsten Falle von selbst hinabgleiten kann, sofern er hinreichenden Spielraum ringsherum hat, der wieder schon des möglichen Feuerreissens wegen, schädlich werden dürfte.

3) Schiespfropfe von Papier sind sehr gewöhnlich; häufig und unstatthaft wird dazu das Papier der Patrone angewendet, nachdem deren Inhalt in das Loch ausgeschüttet worden ist; allemal darf es wenigstens nicht ungeleimt seyn, um nicht fortzuglimmen, wenn etwa der Zünder abschlägt; das Anfeuchten desselben ist aus demselben Grunde, so wie wegen des dichteren Abschlusses nicht unzweckmäsig, wenn der richtige Grad getroffen und nicht das Pulver davon nass wird, was allemal zu fürchten wäre, wenn man bei einem so besetzten Loche vor dem Wegthun längere Zeit verstreichen lassen würde. Das, ebenfalls um das Glimmen zu verhindern, vorgeschlagene Tränken in Auflösungen von Alaun, Eisenvitriol u. dergl. ist unnöthig.

Papierpfropfe lassen sich ohne grose und gefähr-

Anforderungen in Bezug auf Leistung gesteigert worden sind, gegen früher, wo weit unvollkommnere Verfahren gestattet waren. Freilich kann damit, so wenig wie in anderen Fällen, nicht gemeint seyn, den Häuer nach Belieben arbeiten zu lassen, wohl aber, dass ein rechtes Mas der Anforderung sich nicht ohne nachtheilige Folgen überschreiten lässt.

Digitized by Google

liche Kraftanstrengung fest aufsetzen, schliesen jedoch nicht dicht ab, und schützen ebenso wenig das Pulver vor dem Zusammengedrückt werden.

Blose Papierblättchen, wie sie wohl auch angewendet werden, sind ganz nutzlos; sie wurden schon bei der ursprünglichen Einführung der Lettenbesetzung (S. §. 30.) durch Zumbe, desshalb über das Pulver gebracht um dasselbe nicht durch den nur halbtrocknen Letten anfeuchten zu lassen. (Vergl. Calvör, Bericht vom oberharzer Maschinenwesen u. s. f. Thl. II. Cap. 3. §. 7.)

4) Seilknoten, d. h. Pfröpfe aus abgenutztem Bergseil, welches aufgedreht und zu Knoten geknüpft wird, wurden schon seit längerer Zeit verschiedentlich versucht und angewendet. Ihren Vertheidigern nach sollen sie alle mögliche Vortheile gewähren, nicht nur 1) mit geringer Kraft aufzusetzen seyn, sondern auch 2) ganz dicht abschliesen, 3) die Zündspur durch ihre Elasticität sehr eng erhalten, ja in gewissem Grade nach erfolgter Entzündung wieder verschliesen, 4) sich besonders für Gänglöcher eignen, welche Drusen durchbohren in denen hölzerne Pfropfe eher zur Seite verzogen werden; durch alles diess sogar 5) grösere Wirkung von dem Pulver erlangen lassen, endlich 6) wohlfeiler seyn.

Nun ist zwar das leichte und dichte Abschliesen nicht in Abrede zu stellen, aber auch eben so wenig, dass die sich nach erfolgtem Zurückziehen der Räumnadel wieder ausdehnenden Seilknoten auch die Zünderspur soweit verschliesen können, dass das Pulver gar nicht Feuer fängt; beim Abschlagen des Zünders können die Fasern fortglimmen und den Schuss noch nachher losgehen lassen; feuchtet man aber die Seilknoten an, um letzteres zu verhüten, so hat diess auch wie in ähnlichen Fällen leicht Einfluss auf das Pulver; die Kosten endlich sind weit gröser als mit hölzernen Pfropfen, da die Anfertigung mehr Zeit erfordert; *) die Pulver-

*) In Freiberg kostete 1 Schock ausgeschlagene Holzpfropfe 6 bis 7 Pf. 1 Schck Seilknoten hingegen 3 Ggr. also 5 bis 6 Mal mehr.

Digitized by Google

ersparniss, in Folge gröserer Leistung aber, ist noch durch nichts nachgewiesen. Der Gebrauch dieser Seilknoten ist daher mehrentheils wieder abgekommen und nur von manchen Häuern und Steigern beibehalten worden, bei denen vornehmlich die Meinung vorzuherrschen scheint: dass ein Loch, welches auf die gewöhnliche Weise besetzt, nicht geworfen habe, das zweitemal mit einem Seilknoten besetzt unfehlbar werfe. *)

5) Kälberhaare zu Pfropfen verwendet, **) sind sehr elastisch, dicht schliesend, nicht fortglimmend, reinigen wie die Seilknoten, beim Einführen in das Bohrloch dessen Wände von Pulverstaub; sie erzeugen hingegen einen übeln Geruch und verderben dadurch die Wetter; wenn das Pulver in Patronen eingeführt wird soll der Geruch minder bemerklich seyn, wahrscheinlich weil sie, durch das Papier der Patrone von dem Pulver getrennt, weniger verbrennen; würden sie übrigens in dauernden Gebrauch genommen so möchten sie wohl durch den grosen Bedarf im Preise steigen. Auch sie müssen stark angefeuchtet werden, damit sie sich nicht aufborsten.

6) Moospfropfe, sind im Vereine mit einer veränderten Besetzmethode mit Schiesröhrchen (S. §. 31.) seit einigen Jahren bei dem sächsischen Bergbaue angeordnet, auch gröstentheils eingeführt. Sie werden etwas angefeuchtet, sowohl damit das Moos beim Besetzen nicht gedrückt und zerbröckelt wird, als auch nicht fortglimmt. Sie gewähren dieselben Vortheile der Elasticität, Dichtheit u. s. f., sind wohlfeil und haben sich bis jetzt gut bewährt.

7) Sandpfropfe, ***) in einer kleinen 1 bis 1½ Zoll hohen Schicht Sand bestehend, welche bei ab-

*) Viel Anwendung finden dergleichen Pfröpfe in Mexico, dort aus Stücken alten Seiles von Aloë- oder Agave-Fasern oder auch aus Stücken der borstigen Aussenschale der Kokos-Nuss bestehend.

**) In Freiberg wurden sie in Versuch genommen im J. 1838. Vergl. den Kalender für den sächs. Berg- und Hütten-Mann auf das Jahr 1840. S. 100.

***) Vergl. den Kalender f. d. s. Berg- und Hütten-Mann auf d. J. 1843. S. 80. und 1844. S. 131. u. f. f.

Digitized by Google

wärts sehenden Löchern lose auf das Pulver geschüttet, oder bei söhligen oder aufwärts gerichteten in eine kleine Papierpatrone gefasst wird, waren bei der ebengedachten neuen Besetzungsweise ursprünglich statt des Mooses angewendet. Der Sand gewährt, besonders lose aufgeschüttet, den Vortheil eines ganz dichten Abschlusses, der ohne alle Reibung eingebracht wird, nur dass er sich dann auch leichter unter das Pulver mengt.

8) Weicher Letten, kann eben sowohl statt des Sandes als Pfropf angewendet werden, ja noch besser, weil er sich mit geringem und gefahrlosen Drucke, dicht an die Umfangswände und das Schiesröhrchen, den Zünder oder dergl. anschliesen lässt. Er ist u. A. in Cornwall nach dem obengenannten Aufsatze über die dortige Schiesmethode, in Gebrauch.

9) Endlich soll Heu, zufolge einer Notiz im Annuaire du journal des mines de Russie, ann. 1836. p. 126. in den Eisengruben von Goro Blagodat mit vielem Vortheile angewendet worden seyn, und sogar eine grose Kraftersparniss gegeben haben. Jedoch sind die Eigenschaften dieses Materiales keinesweges von der Art um günstige Erwartungen zu erregen, am wenigsten für Kraftersparniss; auch sollen sich dieselben, mündlichen Mittheilungen zufolge, selbst in Russland nicht bewährt haben.

Eine andere Anwendung können hölzerne Pflöcke von gewöhnlicher Form, oder auch Werg, Seil, wollene Lappen über dem Besatze in der Mündung des Bohrloches finden, in der Absicht ersteren, wenn er aus lokkeren oder weichen Stoffen besteht, mehr Widerstand leisten zu lassen; so über dem weichen Letten-Besatze bei der Spangenberg'schen Besetz-Weise (S. Gilbert, Annalen der Physik, Band LVI. (1817.) S. 67. und über Sandbesatz, S. ebendas. (S. 322.)

Eine zweite Classe von Pfröpfen ist diejenige, welche zugleich bestimmt ist, einen leeren Raum über dem Pulver offen zu erhalten, von dessen Zweck später (§. 49.) weiter gesprochen werden wird, die also einer eigenthümlichen Besetzungsweise, der Luftbesetzung,

Digitized by Google

dem Hohlladen zugehören. Sie sind fast durchgängig von Holz und zwar am bestem hartem.

Zwar kann man diesen Zweck auch schon mittelst gewöhnlicher, cylindrischer Pflöcke erreichen, *) hat diess auch durch Pappscheiben versucht, gewöhnlich aber bekommen sie, als sogenannte Windpfropfe, noch eine besondere Einrichtung;

1) entweder kegelförmig, unten schwächer zulaufend, wodurch ringsherum der leere Raum übrig bleibt, übrigens, eben so wie alle übrige mit der nöthigen Zündspur versehen; oder

2) auf der Aussenfläche rings herum ausgeschnitten, entweder nur durch eine eingedrehte Hohlspur wie Taf. VIII. Fig. 8. oder so tief, dass der ganze Pfropf nur aus zwei Scheibchen besteht, die in der Mitte durch einen dünnen Stiel mit einander verbunden sind wie Fig. 9; (die sogenannten salzburger Sprengpfropfe) letztere Gestalt ist etwas zu zerbrechlich, besonders von weichem Holze, selbst wenn der Besatz nur mit der nöthigsten Stärke fest geschlagen wird.

Die Höhe beider beträgt 1½ bis 2 Zoll, obschon sie eigentlich nach der Gröse der Ladung verschieden seyn müsste.

3) Auf der Innenfläche mit einer von unten hineingehenden Höhlung versehen, wie Fig. 10, welche entweder mit der Zündspur ausser, oder in Verbindung stand. Von der Abänderung der letzteren, die Höhlung unten wieder durch einen doppelten Boden zu schliesen, wie solche Blavier auf Elba versuchte (Vergl. Journal des mines. t. XXXI. (1812) p. 24.), ist der Zweck nicht abzusehen, indem dadurch der leere Raum von dem Pulver ganz abgeschlossen, also nutzlos wird.

Auch derartige Pfröpfe sind auf andere Weise, nehm-

*) Aller Wahrscheinlichkeit nach hat sogar die beabsichtigte Herstellung eines hohlen Raumes die erste Veranlassung zu der Anwendung von den hölzernen Schiespfropfen überhaupt gegeben, welche dann in der Mitte des letzten Jahrzehendes in Sachsen für die gewöhnliche Besetzungsweise allgemein eingeführt wurden, indem der leere Raum darunter wohl immer kleiner geworden war.

Digitized by Google

lich unter dem Pulver, zur Offenhaltung eines leeren Raumes daselbst, angebracht worden, diess sind die sogenannten schwedischen Sprengpfropfe, (weil sie dort oder vielmehr in Norwegen zuerst allgemeiner angewendet wurden.)

Ursprünglich haben letztere (nach Hausmann, Reise durch Skandinavien Thl. V. (1818.) S. 274.) bis 5 Zoll Höhe, eine pilzförmige, oder radnagelartige Gestalt, wie Taf. VIII. Fig. 11. A. Seiten- B. obere Ansicht, bestehend aus einer runden Scheibe a auf einem Stiele b; mit welchem sie vor dem Laden auf dem Grunde des Bohrloches aufgestellt werden; erstere ist ringsherum eingekerbt, ebenfalls um eine offene Verbindung zwischen dem leeren Raume unter und dem Pulver über ihr zu erhalten; indess wird auch statt dieses Pilzes nur ein conischer, oben eingekerbter Pflock eingesetzt.

Zuletzt endlich ist auch noch der (zu Kupferberg in Schlesien versuchten) Abänderung hölzerner Pflöcke zu gedenken, bei welcher die Zündspur in der Mitte durchgebohrt, auf der Unterfläche aber eine starke Lederscheibe wie ein Klappenventil befestigt ist, dergestalt, dass beim Besetzen des Bohrloches die Klappe durch den Zünder zurückgeschlagen und offen erhalten, hingegen nach erfolgter Entzündung durch das Pulver zugedrückt werden und so die Spur schliesen soll um so das Entweichen eines Theiles der Kraft durch dieselbe zu verhüten. (S. Karsten, Arch. f. Bergbau Bd. II. (1820.) Hft. 1. S. 23.) Nach einem anderen Vorschlage würde der Zünder bis zu dem Pfropfe wie gewöhnlich an der Seite hinabgehen, von hier aber auf der oberen Fläche des Pfropfes eine Spur nach dessen Bohrung in der Mitte hinlaufen, daher das Pulver des Zünders durch diese durchschlagen und die Klappe öffnen müssen.

Wenn diese Klappe sich wirklich schnell genug schliest um diesen Zweck zu erfüllen, ohne doch auch gegentheils die Entzündung zu erschweren, so möchten

Digitized by Google

solche Pfröpfe doch immer gar zu kostspielig seyn, wie es schon die vorgenannten ausgehöhlten u. s. f. sind.

Endlich lässt man auch noch jetzt bei manchem Bergbaue den Pfropf zwischen dem Pulver und dem Besatze ganz weg, was aber aus den gleich im Eingange angeführten Ursachen ganz unstatthaft ist.

§. 30. Der Besatz, — ist bestimmt den eigentlichen festen Verschluss des Bohrloches über dem Pulver zu bewirken. Auch er kann je nach dem vorhandenen Material, nach Herkommen, wie auch nach besonderen An- und Absichten, sehr verschieden dargestellt werden; im Allgemeinen und durchgängig ist aber von ihm zu verlangen, dass er aus einer Masse besteht, welche 1) beim Besetzen in Berührung mit dem Stampfer wie mit den Wänden des Bohrloches, nicht Feuer reisst, daher vor allen Dingen frei von Quarz und ähnlichen Gemengtheilen ist; 2) einen dichten Abschluss gewährt, durch die Kraft des Pulvers weder zusammengedrückt, noch weniger hinausgeworfen wird, noch endlich dieselbe durch Zwischenräume entweichen lässt.

Das beste Material zum Besatz ist 1) Lehm oder Letten, (fette thonige Erde,) welche in feuchtem Zustande, durch Kneten und Durcharbeiten mit der Hand von etwa darin befindlichen Sand- und Quarz-Körnern befreit, sodann zu 6 bis 8 Zoll langen cylindrischen Nudeln (Wolgern,) oder zu breiten dünnen Kuchen, (Schieskuchen, Schiesziegeln,) geformt und getrocknet wird. Erstere, die Wolgern, haben einen etwas kleineren Durchmesser als das Bohrloch, so dass sie, zerbrochen, sogleich ganz bequem in dasselbe hineingebracht werden können; letztere, die Kuchen, bekommen 4 bis 5 Zoll Seitenbreite, wohl auch mehr Länge als Breite, und ebenfalls nur ebensoviel Dicke, dass sie in Stücke zerbrochen bequem in das Bohrloch eingehen; um dieses Zerbrechen zu erleichtern, werden sie gern noch im feuchten Zustande auf der einen Seite mit einem stumpfen Messer durch zwei einander rechtwinklich kreuzende Systeme von Einschnitten bis auf die halbe Dicke eingekerbt, und dadurch in lauter Würfel getheilt, deren

Digitized by Google

Seitenbreite gleich der Dicke ist. Diese Kuchen lassen sich ebenfalls sehr bequem mit in die Grube führen.

Auf die sorgfältigste und sorgsamste Entfernung der Quarzkörner aus dem Letten kommt für die Beseitigung der Gefahr beim Schiesen das Meiste an, und bei mancher Grube würde sich vielleicht die Ursache der auffallenden plötzlichen Vermehrung der Unglücksfälle zu einer gewissen Zeit in dem Beziehungsorte und in der Bearbeitungsweise des angewendeten Lehmes finden lassen, indem die Unachtsamkeit oder Trägheit eines einzigen hierbei beschäftigten Arbeiters unter Vielen hinreicht, solche traurige Ereignisse herbeizuführen. Die Möglichkeit davon rückt da noch näher, wo, wie bei sehr vielem Bergbaue, die Verfertigung der Wolgern und Kuchen ihrer Leichtigkeit wegen, den jüngsten Knaben übertragen ist, welche jene Folgen um so weniger zu übersehen vermögen, als sie deren Zusammenhang noch nicht aus eigener Erfahrung kennen gelernt haben.

Sonach möchte es als das Beste erscheinen, den Lehm geradezu durch Einsümpfen und Absetzenlassen in Mehlführungsgefäsen zu schlämmen; nach den darüber in Sachsen angestellten Versuchen verliert aber derselbe dadurch seine ganze Bindungsfähigkeit, (ob mit der entweichenden Humussäure oder aus welchem anderen Grunde;) so dass er getrocknet nicht nur schon an sich leicht zerbricht, sondern auch schon beim Einstampfen in das Bohrloch als Staub herausfliegt, durch den Schuss aber oft gleich herausgeblasen wird. (Vgl. Kalender für den sächs. Berg- und Hütten-Mann, Jgg. 1840. S. 97.)

Reiner Thon statt des Lehmes ist zwar auch anwendbar, erhärtet jedoch beim Austrocknen zu sehr, so dass er mehr Kraft zum Zerbrechen, noch mehr zum Einstampfen erfordert als der Gefahr wegen anzuwenden ist, während er doch weniger fest bindet; übrigens möchte er an den meisten Orten noch theuerer als der gemeine Lehm seyn.

Die Erfindung des Lettenbesatzes und dessen Einführung an der Stelle des bis dahin gebräuchlichen Holz-

Digitized by Google

pflockes durch C. Zumbe im Jahre 1687, (Vergl. §. 2. dieser Abthl. und Calvör, Bericht vom oberharzer Maschinenwesen Thl. II. Cap. 3. §. 7.) war ein bedeutender Fortschritt in der Kunst des Schiesens, wodurch dieselbe an Einfachheit, Leichtigkeit der Ausführung, Sicherheit und allgemeiner Anwendbarkeit sehr viel gewann.

Anfangs wendete man den Letten weich an, so dass er sich kaum eben noch in der Hand ballen liess, (Vergl. Calvör a. a. O. §.§. 6 und 7, — Bericht vom Bergbau, Abschn. II. Cap. 2. §. 147.) in welchem Zustande er zwar leichter eingestampft werden konnte, jedoch auch weniger Widerstand leistete, übrigens sich nicht lange aufbewahren folglich nicht in Vorrath bereiten liess. Jetzt ist daher dergleichen weicher Letten wenig mehr in Gebrauch. In Oberschlesien soll man sich seiner noch in der Gestalt des eisenhaltigen Grubenschmantes bedienen, (S. einen Aufsatz über die verschiedenen Besetzungsmethoden in Karsten, Arch. f. Bergbau Bd. II. (1820.) H. 1. S. 15.) In Mexico wird er, nach Burkart, (Aufenthalt und Reisen in Mexico, Thl. II. S. 245.) in einzelnen in Werg oder aufgedrehtes altes Bergseil gewickelten Ballen eingestampft. Auch Spangenberg brachte ihn bei seiner schon mehr genannten Schiesmethode, (S. Gilbert, Annalen der Physik, Bd. LVI. (1817.) S. 65.) in Anwendung.

2) Ziegelmehl — ist noch am ersten anwendbar von leicht gebrannten Ziegeln, da aber Ziegel eine noch grösere Kraft zum Ein- und Zerstampfen erfordern, zudem fast nie ganz rein von Sandkörnern sind, so würde man die hieraus erwachsende Gefahr nur dadurch ein wenig vermindern können, dass man sie entweder schon vorher, also sehr umständlich, zerstampfte, oder den ersten Theil des Besatzes in Stücken liesse, in welcher Gestalt er wieder ohne allen Nutzen ist.

Da nun übrigens selbt Ziegelmehl noch weniger Bindung hat als ungebrannter Thon, auch nicht einmal in der Grube vorhanden ist, sondern eben so gut als andere Besatzmittel hineingebracht werden muss, so gehört

Digitized by Google

desshalb, als weder einfach noch bequem, noch gefahrlos, zu den ungeeignetsten derselben.

3) **Mineral-Stoffe** welche der Grubenbetrieb selbst darbietet, taubes Gestein oder selbst nutzbare Mineralien; als Granit, (besonders aufgelöster,) Kalkstein, Gips, Mergelschiefer, Thonschiefer aller Art, Schieferthon, Porphir, Sandstein, aufgelöster Glimmerschiefer, (Formsand,) Kalk- und Schwer-Spath, derber Kupferkies, (in Cornwall,) Steinkohlen, (auf einer grosen Zahl der Kohlengruben,) Steinsalz u.dergl.

Alle dergl. Stoffe müssen natürlich ganz frei von Quarz, Hornstein und ähnlichen feuerreissenden Gemengtheilen seyn, und sorgfältig ausgesucht werden, was aber theils sehr selten genau genug geschieht, theils nicht einmal vollständig möglich ist.

Man hält dergleichen Massen, namentlich klare, gewöhnlich gleich in der Grube aus; an mehreren Orten sammelt man geradezu das Bohrmehl, welches sich seiner Zermalmung nach freilich sehr gut dazu eignet, oder man benutzt Producte der Aufbereitung, gröbere Niederschläge aus der Mehlführung, — Wäschsand — oder vom Siebsetzen.

Abgesehen von der Gefahr, welche in fremden Gemengtheilen liegt, hat die Mehrzahl dieser Stoffe den Mangel groser Härte, — welche das Zerstampfen erschwert, — und geringerer Bindung. Sie werden desshalb wohl auch so angewendet, dass zunächst über die Ladung, Letten oder Ziegelmehl, oder gegentheils ein Lettenpfropf oben über den Besatz kommt, (wie u. A. zu Hall in Tirol, auf einen Papierpfropf Ziegelmehl, darauf ein Besatz von Gesteinstücken kommt, und oben auf endlich noch Letten gestrichen wird;) oder endlich auf einen Pfropf von Gesteinstückchen etwas Letten gesetzt und so abwechselnd fortgefahren wird, was man dann, wie überhaupt oft jeden einzelnen Abschnitt eines ganzen Besatzes, einen **Bund** nennt; alles freilich Ersatzmittel des blosen Lettens, deren Brauchbarkeit um so eher ausreichend wird, je geringer die Festigkeit des zu sprengenden Gesteins ist. Allen Besatz aus steinarti-

gen Stoffen belegt man vorzugsweise mit dem Namen Schiesgrant, jedoch wird wohl auch Lehm und Thon mit dazu gerechnet; jene alle stehen dem trocknen Lettenbesatze an Wirksamkeit nach.

4) Gips — gebrannt und in Wasser eingerührt, ein nur versuchsweise und in der Absicht angewendetes Besatzmittel um auf eine leichte Weise über der Ladung einen hohlen Raum offen zu erhalten. (Vergl. A.W. Köhler, bergmännisches Journal, Jgg. III. (1790.) Bd. 2. S. 180.) Uebrigens ist es weder ein wohlfeiles, noch in der Anwendung einfaches, noch endlich hinreichend festes Besetzungsmaterial, bei welchem man überdem das Feuchtwerden des Pulvers zu fürchten hat;

5) Besetzung mit dem Pflocke. — Bei dieser ältesten und uranfänglichen Weise wurde der Raum über dem Pulver mit einem unten etwas zugespitzten Pflocke von gut ausgetrockneten, gedörrten harten (Buchen-Holze verkeilt, welcher mit einer der Mitte nach durchgebohrten, oder längst der Seite herab eingeschnittenen Zündspur versehen war. Das nach erfolgtem Eintreiben nach oben herausstehende Ende wurde abgeschnitten. (S. Rössler, hellp. Bergbauspiegel, Bd. III. Cap. 5. §.§. 12. 14. — Calvör, Bericht vom oberharzer Masch. Wesen Thl. II. Cap. 3. §. 5.) Auf dem Harze scheint man nach Calvör, die Patrone gleich unten an diesen Pflock angebunden und mit ihm zusammen eingetrieben zu haben, in Sachsen aber nicht.

Diese Besetzungsweise war sehr zeitraubend, kostspielig und gefährlich, weil bei dem Eintreiben des Pflockes leicht Funken gerissen wurden, auch letzterer häufig zurücksprang und die Leute beschädigte. Ihr folgte die weit vorzüglichere Lettenbesetzung.

Vorher brachte man jedoch statt der hölzernen Pflöcke auch eiserne an, wahrscheinlich des besseren Widerstandes halber, und da diese wegen des Feuerreissens noch gefährlicher waren, so trieb man erst zunächst über dem Pulver einen spannenlangen hölzernen Pflock. (Vergl. Rössler, Bd. III. Cap. 5. §. 23.)

Weniger dürfte wohl gegentheils die im Berichte

Digitized by Google

vom Bergbau (Abschn. II. Cap. 2. §. 147.) angeführte Weise in allgemeine Anwendung gekommen seyn, zunächst über das Pulver den eisernen Pflock und darüber einen Lettenbesatz aufzusetzen.

Gegenwärtig findet sich der Gebrauch des Pflockes nur wenig mehr; so z. B. in den römischen Alaunbrüchen zu Tolfa, (S. Annales des mines, t. I. (1817.) p. 328.) früher auch noch auf der Insel Elba. (S. Journal des mines t. XXXI. (1812.) p. 22. 32.) Dort ging derselbe ganz locker in das Bohrloch ein, indem er vorher als hölzerner Stampfer zum Zusammendrücken des Pulvers gedient hatte, und dann ringsherum mit Keilchen befestigt wurde; eine sehr unvollkommene Verschlussweise, an deren Stelle dort später und jetzt eine wenig bessere, mit lockerer Erde, getreten ist. (Vergl. Karsten und v. Dechen, Arch. f. Min. Thl. XV. (1840.) S. 416.) Nächstdem ist der Pflock zum Hohlladen d. i. zu derjenigen Besetzungsweise, bei welcher absichtlich ein leerer Raum über dem Pulver erhalten wird, schon früher von Baader in Versuch genommen worden, (S. v. Moll, Annal. d. Berg- und Hütten-Kunde Bd. I. (1802.) H. 2. S. 120.) eine Weise, welche noch jetzt in Ostindien allgemein angewendet seyn soll. (S. Prechtl, Jahrbücher des polyt. Instituts zu Wien, Thl. XIV. (1829. S. 295.) Endlich ist er neuerlich wieder in Vorschlag gebracht worden in Verbindung mit einem Keile, wovon bei der Keilbesetzung zu sprechen seyn wird.

Die kurzen Pflöcke über Sand oder weichem Letten-Besatze sind schon im vorigen §. als diesem zugehörig, beschrieben worden.

6) Die Besetzung mit Keil, ist in verschiedener Weise ausgeführt. Erstens in der Gestalt zweier eiserner Cylinderstücke, die unter einem spitzen Winkel gegen die Axe überschnitten und auf diese Weise mit einer Keilschärfe versehen sind. Taf. VIII. Fig. 13. A. B. — Der eine davon, A der Treibekeil, wird mit der Schärfe nach oben unmittelbar über die Patrone gesetzt, weil hier ein Schiespfropf nicht nöthig ist, sodann

Digitized by Google

der zweite B, der Schlusskeil, mit der Schärfe nach unten und mit der Keilfläche auf die des ersteren treffend, fest eingetrieben. Letzterer ist an einem oben mit Handgriff versehenen Stabe a befestigt. Beide Keile sind auf der Umfläche mit auf einander passenden Zündspuren versehen. Bei erfolgender Entzündung treibt die Kraft des Pulvers den unteren Keil aufwärts, welcher dadurch den oberen und sich selbst gegen den Umfang des Bohrloches drängt, wodurch beide fest gehalten werden und den Ausgang verschliesen.

Diese Keile wurden schon von Thunberg bei der Erbauung des neuen Werftes zu Carlscron in Schweden angewendet, um unter Wasser zu sprengen, (S. Abhandlgen der k. schwed. Akad. der Wissenschaften Jgg. 1760. Bd. XXII. S. 124.) und nach ihm von mehreren Anderen für gleiche Zwecke angerathen

Der obere Keil kann auch wohl durch einen hölzernen ersetzt werden; Schemerl, (in seiner Abhandlung über die Schiffbarmachung der Ströme Wien 1788.) schlägt vor: an die Stange des oberen Keiles Gewichte von Steinen anzubinden, und dessen Widerstand gegen das Heraustreiben zu verwahren, auch überhaupt Stange und Keil an Seile zu befestigen, damit wenigstens der obere nicht verloren gehe.

Diese Keilbesetzung ist indess auch für das gewöhnliche Sprengen in Absicht der Erlangung mehrerer Sicherheit beim Besetzen in Vorschlag gebracht worden; so u. A. im Jahre 1830 durch den damaligen sächsischen Artillerieofficier Borrmann. Nach dessen Vorschlage sollte die Patrone an einem desshalb mit einem Halse versehenen kugelförmigen Pflocke von Zinn oder Zinn und Blei — Taf. VIII. Fig. 14. A. — angebunden werden, welcher in der Mitte in a durchbohrt war, um den Zünder einzubringen; über diesem, mit der Patrone in das Bohrloch eingesenkten oder eingeschobenen Pflocke sollte ein 4 bis 5 Zoll hoher halbrunder Keil B von gleichem Metalle, dessen Gestalt die der Hälfte eines kegelförmig ausgebohrten Cylinders war, so aufgesetzt werden, dass dessen untere Keilschärfe die Kugel um-

Digitized by Google

fasste, die Aussenfläche aber sich an die Bohrlochswände anschloss. Ein Drath b diente dazu, diesen Keil in das Bohrloch einzusetzen. Der Schuss sollte den Pflock hinaus und in die oben enger werdende Hohlung des Keiles eintreiben, diesen dadurch an die Bohrlochswand anpressen und so gegentheils das Hinaustreiben des Pflockes verhindern.

Diese, für gewöhnliches Schiesen viel zu umständliche und theure Besetzungsweise, leistete bei den damit angestellten Versuchon eben so unzureichenden Widerstand, als andere versuchte Abänderungen, wie 1) die Befestigung des Kugelpfropfes durch einen einfachen harthölzernen Keil, 2) zwei jener auf beiden Seiten des Pflockes angelegten, also völlig umschliesenden Zinnkeile, noch endlich 3) das Aufsetzen zweier gewöhnlicher, aussen cylindrisch abgedrehter, harthölzerner voller Keile, ähnlich dem oben beschriebenen ursprünglichen, nur unter einem noch spitzeren Winkel überschnitten, über der Ladung und ohne Kugel; — ein geringer Erfolg, der überhaupt bei festerem Gesteine, bei den gewöhnlichen Schiesen von allen Keilen zu befürchten ist.

Zu der Keilbesetzung gehört auch der eiserne Kegel, welcher, jedoch wie es scheint, mit der Grundfläche auf der Pulverladung und unter einem Besatze von Schiesgrant stehend, von dem Oberst Pasley in England beim Sprengen unter Wasser angewendet worden ist. (Vergl. H. English Mining review, vol. IV. (1838.) p. 95.)

Für einen ganz anderen Zweck: zur Vergröserung der Wirkung, ist ferner der Keil von Dyce angewendet worden, in der Gestalt eines eisernen Kegels, welcher unter dem Pulver, mit der Spitze nach unten, in den enger gebohrten untersten Theil des Bohrloches eingesteckt wird. Von ihm später mehr.

Eine Verbindung von Pflock und Keil mit hohlem Raume stellt die von dem Geschwornen Ey in Richelsdorf in Hessen vorgeschlagene Besetzungsweise dar; (S. Karsten und v. Dechen, Archiv f. Mineral. Bd. XVI. (1842. S. 275.)

Digitized by Google

Ein harthölzerner Pflock a — Taf. VIII. Fig. 16. — wird nicht ganz bis auf das Pulver hinabgetrieben, so dass darunter ein leerer Raum bleibt, vorher aber in seine Unterfläche ein Keil b, mit dem Rücken nach unten eingesetzt. Die sich entwickelnde Kraft des Pulvers soll letzteren Keil in den Pflock hinein diesen dadurch auseinander treiben und ihn desto stärker im Bohrloche befestigen. Auch die Erfolge dieser zum Hohlladen gehörigen Besetzungsweise werden bei letzterem zu berühren seyn.

7) Die Besetzung mit Sand, (Erde und anderen lockeren Massen, Schrot, Asche. Sägespäne, Hechsel, Kleie, Eisenfeilspäne,) ist natürlich durchaus unfähig irgend einen Widerstand zu leisten, der sich auf deren Bindung in sich oder mit den Wänden des Bohrloches stützt, daher ihre Anwendung auf einer ganz anderen eigenthümlichen Theorie beruht, welche §. 48. zu besprechen ist.

Der Sand wird meist trocken aber auch nass, eigentlich über der Patrone, jedoch auch in diese mit eingefüllt, angewendet.

Soweit dergleichen brauchbar ist, gewährt er den Vortheil der Sicherheit und der Schnelligkeit, indem er ohne alle Kraftanstrengung, ohne Hülfe des Stampfers und unter Wegfall der Räumnadel in das Bohrloch gebracht werden kann. — Aehnliches gilt

8) von der Besetzung mit Wasser, welche theilweis schon bei solchen Bohrlöchern angewendet werden kann, welche einem starken Wasserzudrange ausgesetzt, theilweis und noch mehr bei solchen, welche ganz unter Wasser, unter einer mehr oder minder tiefen Bedeckung davon, angesetzt sind. In letzterem Falle ist allemal zu berücksichtigen, dass die Höhe der Wasserbedeckung von der Mündung des Bohrloches an aufwärts, ebensowohl den Widerstand des zu sprengenden Gesteines — durch seinen Druck auf solches, — vergrösert, daher sie eigentlich für den Verschluss, wenigstens blos als lastende Masse betrachtet, ohne weitere Wirksamkeit ist; indem eben jenes gröseren Wi-

Digitized by Google

derstandes halber die Ladung in demselben Verhältnisse verstärkt werden muss. Von solchem Schiesen unter Wasser s. §. 51. u. f. f.

§. 31. Der Zünder nebst Schiesröhrchen. Der Zünder ist diejenige Vorrichtung mittelst deren überhaupt die Entzündung auf die Pulverladung übergetragen wird; das Schiesröhrchen aber bildet entweder einen wesentlichen Bestandtheil des Entzündungsmittels, oder nur eine besondere Hülse für den Zünder oder dergl. dar.

Erforderniss des Zünders ist: sicher, gefahrlos und wo möglich schnell zu zünden. Die Entzündung kann aber der Ladung auf sehr verschiedene Weisen mitgetheilt werden:

1) durch bloses Pulver, welches in die dazu in der Besetzung offen gelassene Zündspur eingefüllt wird. Dieses ist die älteste, schon bei der Pflockbesetzung (s. §. 30.) angewendete Weise, indem nach erfolgtem Eintreiben des Pflockes die in denselben eingeschnittene, gebohrte oder gebrannte Hohlspur ganz mit Pulver angefüllt wurde.

Dasselbe Verfahren wurde anfänglich bei der jener folgenden Lettenbesetzung beibehalten, hier jedoch wie natürlich, die nöthige Zündspur mittelst der, vor dem Besetzen in das Pulver eingesetzten und nachher wieder herausgezogenen, Räumnadel offen erhalten, obschon auch der mangelhaftere und gefährlichere Weg eingeschlagen wurde, die Nadel erst nach erfolgter Besetzung in den Besatz einzutreiben.

Da aber beim Herausziehen der Nadel die Spur leicht wieder zusammenbrechen und sich verstopfen, bei der letzteren Art die Spur zu bilden sogar die Nadel hart an das Gestein treffen, sich umbiegen und Feuer reissen konnte, so ging man mit Recht zu der Anwendung von Schiesröhrchen und sodann wirklichen Zündern über.

Jetzt hat man daher dieses höchst unvollkommene Verfahren nur sehr selten noch beibehalten, wie z. B. in den bisher schon mehrgenannten römischen Alaunbrüchen zu Tolfa, wo der noch übliche alterthümliche

Digitized by Google

Pflock so weit in die lose eingeschüttete Ladung eingetrieben wird, das sich das Pulver selbst in die Spur drängt.

II) Die eigentlichen Zünder, sind von der Spur ganz unabhängig und zwar ihrer Einrichtung nach entweder

1) hohle, hülsenförmige Zünder, oder

2) Zündruthen, oder

3) Zündschnuren, — Lunten, Stoppinen. —

1) Die hohlen, eigentlichen Zünder sind entweder A) ganz mit Pulver gefüllt oder B) nur mit Pulverbrei ausgestrichen.

A) Die gefüllten Zünder. Die ältesten, welche der Einführung der Lettenbesetzung sehr schnell folgten, bestanden (nach Calvör a. a. O. Thl. II. Cap. 3 §. 23. — Bericht vom Bergbau, Abschn. II. Cap. 2. §. 146. u. A.) aus starkem Schilfrohr, oder weil dasselbe beim Besetzen leicht zerdrückt wurde, starken Ruthen (oder schwachen Stämmchen) von Haselnuss, Hollunder, Faulbaum, Pfaffenhütchen (evonymus) Weide, ja selbst von hartem Holze, welche ausgebohrt oder mit glühendem Drathe ausgebrannt wurden. Diess waren die eigentlichen und ursprünglichen Schiesröhrchen von denen man die so bewirkte Besetzungsweise: das Röhrelschiesen nannte. *)

Sie wurden gleich mit Pulver gefüllt, in die Patrone eingebunden oder in die Ladung eingesetzt und dann erst der Besatz aufgebracht; oder auch leer eingesetzt, während des Besetzens durch die hindurchgesteckte Räumnadel offen erhalten und erst nachher mit Pulver gefüllt. (Vergl. Otia metallica Thl. III. (1758.) S. 15.) — Calvör, a. a. O. §. 9.) Allemal dienten hier die Schiesröhrchen nur zur Auskleidung und Verwahrung der Zündspur. Sie waren aber nicht nur in

---

*) Schilf gab Zumbe gleich mit der Lettenbesetzung an; für wassernöthige Löcher sogar lederne Röhrchen; harthölzerne Schiesröhrchen führte nach Calvör a. a. O. der Obergeschworne Singer zu Clausthal 1688 ein.

Digitized by Google

der eignen Anfertigung, sondern auch wegen des grossen Pulveraufwandes kostspielig, (viele schwache Holzstämmchen wurden dadurch zerstört,) liessen auch schon durch die Spur, welche, vornehmlich wenn das Einfüllen von Pulver nach dem Besetzen erfolgte, wie auch überhaupt wegen des damals so grobkörnigen Pulvers, nicht zu eng seyn durfte, viel Kraft entweichen, nicht gerechnet, dass sie, besonders die hölzernen, im Besatze viel Raum einnahmen und jenen dadurch undicht machten. Auch sie sind deshalb nur noch hier und da, etwa bei stärkeren, zwei- und mehrmännischen und bei wassernöthigen Löchern beibehalten worden, da wo dergleichen gefüllte Zünder noch angewendet werden, was bei nicht wenigem Bergbaue noch der Fall ist, werden sie desshalb allemal weit dünner und enger, entweder von schwachem Schilf, Binsen, Stroh, Federspulen, Papier-Dütchen oder Röhrchen gefertigt.

Schilf und gewöhnlicher, Stroh (am besten Weizenstroh,) muss gerade, zwischen zwei Knoten abgeschnitten, oder in deren Wänden durchbohrt seyn. Stroh wird gewöhnlich an einem Ende unter einem Knoten abgeschnitten, so dass dieser dasselbe schliest, und über solchem dünn geschabt, damit das Pulver leicht durchschlägt, mit welchen man den Halm durch Aufstampfen vollständig ausfüllt. Eine andere noch bequemere Art der Füllung ist, nach Schroll's Anweisung (S. v. Moll, Annal. d. B. u. H. Kunde, Bd. I. (1802.) H. 1. S. 87.) die, dass der Halm aufgespalten, mit Talg bestrichen und über dem Lichte erwärmt wird, er öffnet sich dadurch und kann in der hohlen Hand leicht mit Pulver gefüllt werden, worauf er sich beim Erkalten wieder schliest. Ueberhaupt werden wohl auch geschlossene Halme vor dem Einsetzen unten so lang aufgespalten als sie in das Pulver kommen sollen. Eine andere Art dergl. Zünder zu verschliesen ist: sie unten mit Pulverbrei vollzustreichen.

Papier-Dütchen wie dergl. noch u. A. bei einigen mexicanischen, spanischen, französischen und selbst deutschen Bergbaue in Anwendung sind, werden am einfachsten als spitze über eine dünne glatte Räumnadel,

Digitized by Google

ausserdem über ein dünnes glattes Stäbchen, als 3 bis 6 Zoll lange Dütchen gewickelt, mit einem Faden (in Mexico einer Aloefaser,) zusammengebunden oder mit Talg oder Pech zusammengeklebt. Papierröhrchen, dicht geschlossen und in Talg, Wachs, Harz oder Pech getränkt, eignen sich, wenn sie überhaupt angewendet werden sollen, auch für wassernöthige Löcher.

Federkiele — zusammengesteckt und mit Pulver gefüllt, waren bis zur Einführung der Sicherheitszünder (s. unten) in England sehr gewöhnlich (Vergl. Combes traité de l'exploitation des mines, t. I. p. 246. und Karsten und v. Dechen, Arch. f. Min. Thl. XII. (1839.) S. 198.). Sie besitzen den Vortheil der Steifigkeit, daher man sie auch vor dem Besetzen einführen und so die Räumnadel ersparen kann; für gewöhnlichen allgemeinen Gebrauch möchten sie indess, wenigstens für andere Länder als England, etwas zu theuer seyn.

Zum Schiesen unter Wasser oder wenigstens bei starkem Wasserzudrange, wendet man endlich wohl auch Röhrchen von verzinntem oder selbst Zinn-Bleche an; jedoch ebenfalls, wie es scheint, nur auf geringere Längen brauchbar, wenigstens wenn das Rohr frei durch das Wasser geht. (S. unten.)

B) Hohle Zünder, — Raketen, Schwärmer, — werden am besten aus dünnem Schilfrohr gefertigt. Von einem geraden Stücke schneidet man die Knoten an beiden Enden ab, reinigt das Innere mittelst eines durchgestosenen Drathes und streicht es mittelst desselben Drathes oder eines dünnen Hölzchens mit einem Brei von in Wasser, oder auch in Branntwein, ja selbst (obschon ganz unnöthig,) im Kampferspiritus aufgelöstem Pulver aus, indem man mit dem in den Brei eingetauchten Drathe u. dergl. das Innere mehrmals durchfährt. Nach erfolgtem sorgfältigen Trocknen wird das Rohr noch einmal mit dem Drathe durchfahren, um Pulverkörner, die es etwa verstopft hätten, zu beseitigen. Die Länge solcher Zünder ist 6 bis 8 Zoll.

In gleicher Weise werden auch selbst hölzerne Schiesröhrchen, da, wo man dergleichen noch beibehal-

Digitized by Google

ten hat, ausgestrichen und als hohle Zünder dargestellt. Schilfzünder sind übrigens sogar noch bei einigem Wasserzudrange ausreichend, sofern man sie fest in die Patrone einbindet und durch Pech, Talg oder selbst Letten abschliest.

Nächstdem werden auch dergl. Zünderhülsen von Papier gefertigt. Entweder ebenfalls als spitze aber unten offene Dütchen (auf dem Harze Schwedel genannt,) die über die Räumnadel gewickelt und dann mit Pulverbrei ausgestrichen, oder gleich nach dem Zuschneiden des Papieres auf der inneren Seite mit Brei — höchstens einen Messerrücken stark, — bestrichen und dann erst über die Nadel gewickelt werden; oder man schneidet etwa 1 Zoll breite Papierstreifen, welche mit Pulverbrei bestrichen, und spiralförmig um eine Nadel zu 8 bis 10 Zoll langen Röhrchen zusammengewickelt werden. Bei dem nachmaligen Trocknen hält der Pulverbrei Dütchen wie Röhrchen fest zusammen. Papierzünder haben eine weit ausgebreitete Anwendung.

Zu allen solchen, wie auch zu anderen Zündern ist ein starkes, schnelles, zu trockengefüllten auch ein feinkörniges, selbst zu Mehl geriebenes Pulver nöthig, daher auch da, wo man zum Schiesen nur mittelstarkes oder gar schlechtes Pulver verwendet, wenistens zur Anfertigung der Zünder ein stärkeres angeschafft werden muss.

Ganz gefüllte Zünder gewähren, mit steifen festen Hülsen versehen, wohl den Vortheil die Räumnadeln ganz ersparen zu lassen, indem man sie gleich mit in dem Besatz einladen kann, müssen dann aber länger seyn als der ganze Besatz; bei geringerer Festigkeit werden sie hingegen leicht zerdrückt; gegentheils bedürfen sie mehr Pulver, lassen sich bei zunehmender Länge sehr schwer füllen und tragen im günstigsten Falle die Entzündung wenig weiter fort als sie selbst lang sind; müssen sie aber für tiefere Bohrlöcher eine grösere Länge bekommen, so zerplatzen sie häufig, ehe sie die Ladung erreichen und ohne weiter fortzubrennen, wahrscheinlich in Folge der gröseren Pulvermenge und stärkeren Anhäufung des Gases, welches durch den

REESE LIBRARY OF THE UNIVERSITY CALIFORNIA
Digitized by Google

engen, immer länger werdenden Canal mit wachsender Schwierigkeit, daher stärkerer Spannung ausströmt, oder verlöschen auch häufig nur, bei geringerer Pulvermenge und Dicke, — muthmaslich in Folge der gröseren Abkühlung, — diess besonders beim Schiesen unter Wasser, wo die grösten Längen vorzukommen pflegen, — mit Blechhülsen. *)

Endlich scheinen diese gefüllte Zünder horizontal und aufwärts das Feuer minder gut fortzupflanzen, lassen sich auch schon aufwärts gerichtet schwerer anbringen ohne das Pulver zu verlieren. Die hohlen hingegen senden bei der Entzündung einen vielmal längeren Feuerstrahl aus, als sie selbst sind, — wohl auf 6 bis 8 Fuss Länge, — brauchen daher bei trocknen Bohrlöchern nicht bis auf das Pulver hinab zu reichen, (selbst bei hohem Besatze hat man selten nöthig, zwei aufeinander zu stecken,) schlagen sehr kräftig, sicher und schnell nach jeder Richtung hin, lassen sich bequemer in Vorrath fertigen, aufbewahren und mitführen als die vollen, daher sie für das Schiesen unter gewöhnlichen Verhältnissen die brauchbarsten sind.

2) Zündruthen, bestehen aus dünnen Holzsplittern, oder aus Schilf, Binsen, tauben Nesseln u. dergl., welche der Länge nach in 2, 4 oder 6 Theile gespalten und mit Pulverbrei bestrichen sind. Das Spalten hat den Zweck sie dünner zu machen sowie eine rauhe Seite zu gewinnen. Für diese Art ist es gut, dem Breie etwas dünnes Leim- oder Gummi-Wasser zuzusetzen, um ihn besser haften zu lassen. Auch kommen wohl selbst Papierstreifen mit Inselt bestrichen und dann mit Pulver eingerieben, vor. Dergleichen Zünder sind sehr einfach herzustellen, daher nicht nur bei vielem Bergbaue, sondern auch bei Strasenbauen, Steinbruchs

---

*) Vergl. Van den Bergh, die Felsensprengungen bei Bingen am Rhein S. 39. — Bei $^3/_{16}$ Zoll starken blechernen Röhren bemerkte Heuser zu Obernkirchen das Zerplatzen schon bei $1^1/_2$ Fus Länge in der Luft. (Hausmann, Studien des götting. Vereins bergmänn. Freunde, Bd. IV. (1841.) S. 97.)

und anderen mehr gelegentlichen Sprengarbeiten sehr üblich. In ihrer Wirkung ähneln sie den hohlen Zündern in sofern, als sie in der hohlen Zündspur, in welche sie allemal eingesetzt werden müssen, neben sich einen leeren Raum lassen und in Folge dessen auch in einem gewissen Grade schlagen d. h. raketenartig einen längern Feuerstrahl fortsenden.

3) Zündschnuren, sind von gleicher Art mit den Zündruthen, nur dass das Anhalten für den Pulverbrei durch einen wollnen oder baumwollnen Faden gegeben wird; (ersterer durch seine mehrere Rauhigkeit noch vorzüglicher.)

Für das gewöhnliche Schiesen bedient man sich derselben wenig oder gar nicht, sondern mehr zum Schiesen unter Wasser, oder da, wo überhaupt die Zündung auf eine grösere Entfernung fortgepflanzt werden soll; sie werden dazu gewöhnlich, wie für Feuerwerks- und ähnlichen Gebrauch, des bessern Schutzes halber in dünne locker anliegende Papierhülsen eingeschlossen, und mit ihnen in die Zündspur, oder beim Schiesen unter Wasser noch in ein besonderes enges Blechrohr geschoben. Auch von ihnen hat zwar Van den Bergh, (S. dessen Felsensprengungen im Rheine S. 42.) gefunden, dass sie die Entzündung bis auf mehr als 3½ Fuss Tiefe nicht fortzupflanzen vermöchten ohne zu verlöschen, andere Techniker scheinen jedoch diese Erfahrung nicht gemacht zu haben, *) vielmehr den einzigen Einwand zu kennen, dass die Verbrennungsdauer, sonach der Zeitraum bis zur Entzündung der Ladung, bei ihnen schwer genau zu bestimmen, daher ihre Anwendung mit etwas mehr Gefahr verknüpft sei. (Vergl. die Anwendung gefüllter Zünder, ⅛ Zoll starker Pulverfäden, und Stoppinen, beim Schiesen mit 21 und mehr Fus

*) Jenes Ergebniss ist um so auffallender als es auch dann erlangt worden seyn soll, wenn das blecherne Schiesröhrchen mit Seilfäden umwickelt wurde, daher eine zu grose Wärmeentziehung nicht statt finden konnte. Auch Lubke, (s. A. L. Crelle, Journ. für Baukunst, Bd. IV. (1831.) S. 456.) fand, dass ein 2 Lin. starker Pulverfaden, in einer hölzernen Röhre schnell verlöschte.

Digitized by Google

tiefen Bohrlöchern und unter Wasser, in England und Ostindien, im Mining review t. IV. (1838.) p. 95. 96.)

Eine ganz eigenthümliche Art von Zündern sind endlich noch

4) die englischen, sogenannten Sicherheitszünder. Sie können gewissermasen, wenigstens hinsichtlich ihres allgemeinen Characters, zu den Zündschnuren gezählt werden. Da sie, eine Erfindung der neueren Zeit, vielfache Anpreisung und auch wirklich ziemlich ausgebreitete Anwendung gefunden haben, so wird es nicht am unrechten Orte seyn, sie etwas näher zu betrachten.

Der Sicherheitszünder, erfunden durch Bickford in Cornwall in England, im Jahre 1831, (in welchem letzterer sich wenigstens ein Patent darauf geben lies,) besteht aus einer $^3/_{16}$ bis $^1/_5$, für sehr starke Wasserzünder bis $^5/_8$ engl. Zoll, (0,00476, 0,00508 bis 0,01525 gewöhnlich aber nur bis 0,007 mètre) starken Schnur aus Hanf- oder Baumwollen-Garn, in welche gleich bei deren Anfertigung ein ununterbrochener Pulverfaden, bei gewöhnlichen von 0,0019 bis 0,002 mètr. Stärke, mit eingedreht, worauf die Schnur aussen noch mit einer spiralförmig nach entgegengesetzter Richtung umlaufenden Lage von Fäden übersponnen und mit Harz oder Pech überzogen ist. Zur Zündung unter Wasser ist der Zünder noch ein zweites Mal in entgegengesetzter Richtung mit Garn übersponnen und mit einem mehrmaligen Ueberzuge von Theer oder Firniss, oder auch mit einem wirklichen spiralförmig umwundenen und gefirnissten Bande bekleidet, wie denn nach und nach, besonders seit auch ausser England Fabriken davon entstanden, noch andere unwesentliche Abänderungen hinzugekommen sind. *) 1 mètre Länge gewöhnlicher Zünder soll etwa 11 bis 12 grammes Pulver enthalten.

Zünder dieser Art werden mit dem einen Ende

*) Die zu deren Anfertigung patentirte Maschine, ist in den allgemeinsten Umrissen mitgetheilt in Dingler polytechn. Journal, Bd. XLIV. (1832.) S. 89 und den Annales des mines 3. ser. t. X. (1836.) p. 348.

etwa 2 Zoll tief in die Pulverladung eingesetzt oder in die Patrone eingebunden und im Bohrloche festgehalten, während die gewöhnliche Besetzung, am Besten von Letten nicht aber von Gesteinstückchen, deren scharfe Kanten denselben zerschneiden würden, eingestampſt wird. Beim Schiesen unter Wasser wird das Zünderende in die Patrone eingebunden und diese sodann durch Eintauchen in geschmolzenes Pech, (oder besser in eine Zusammensetzung aus 8 Theilen Pech, 1 Thl. Wachs und 1 Thl. Talg, gelind erwärmt,) verdichtet. Zuletzt schneidet man sie in solcher Länge über dem Bohrloche ab als nöthig ist, um die Verbrennungszeit gros genug zu machen, dass sich der Arbeiter in Sicherheit bringen kann. Das Anzünden des oberen dazu etwas aufgedrehten Endes soll unmittelbar mit der Lampe erfolgen können und hiermit die Verbrennung des Pulverfadens langsam, etwa 2 englische Fus in der Minute, durch den Besatz fortschreiten, welchem das Verglimmen der Schnur nachrückt. *) Dadurch sollen diese Zünder den Vortheil gewähren 1) die Räumnadel ganz entbehrlich zu machen, die damit verbundene Gefahr somit zu beseitigen; 2) hierdurch das Schiesen selbst wohlfeiler zu machen; 3) das Besetzen zu beschleunigen; 4) die Entzündung ganz sicher selbst unter Wasser zu bewirken; selbst bis auf 200 Fus Entfernung; 5) sogar Kraftersparniss zu bewirken, indem eine weit engere Zündöffnung bleibe, sie selbst durch die verkohlende Schnur zum Theil wieder geschlossen werde. Diese Zünder haben seitdem auch wirklich bei dem englischen, wie bei ausländischen, zunächst von Engländern betriebenen, jedoch auch anderem Bergbaue vielfache Anwendung gefunden und sollen alle jene Vortheile

*) Die Geschwindigkeit der Verbrennung hängt ausser von der Stärke und Gleichförmigkeit des Pulverfadens, von der Dichtheit des Besatzes ab; nach Lechatelier war sie bei Versuchen in Frankreich im Besatze 0,5 mètr. im Freien 1,25 m. pro sec. (Vergl. dessen ausführlichen Aufsatz über diese Zünder in den Annales des mines, 4. ser. t. IV. (1843.) p. 3. et s. und Combes, traité de l'exploitation t. I. p. 247.)

Digitized by Google

wirklich gewähren, namentlich soll sich seit ihrer Einführung die Anzahl der durch Schiesen getödteten oder verwundeten Arbeiter sehr bedeutend z. B. in Cornwall (nach den genannten Mittheilungen in den Ann. et mines 4. ser. t. IV. p. 39.) um $\frac{9}{10}$ vermindert haben. Andrerseits ist theils von vorn herein ersichtlich, theils durch Versuche mit diesen Sicherheitszündern gefunden worden: 1) dass es schwierig ist, dieselben beim Besetzen gespannt und so zu erhalten, dass sie nicht Brüche und Kniee bekommen, durch welche der Pulverstrang im Innern, also auch die Entzündung unterbrochen werden würde, daher das Besetzen durch einen Mann eher mehr als weniger Zeit erfordert als das gewöhnliche, wenn sonst die Häuer geübt sind; 2) dass solche Brüche besonders dann schwer zu vermeiden sind, wenn etwa das Bohrloch einen Absatz bekommen hat, indem zu schnell an Breite abnehmende Bohrer angewendet worden sind; 3) das Anzünden des Zünders mit einem Schwefelfaden sehr schwierig und aufhältlich ist, schon dessen Befestigung — durch Ankleben des gebähten Schwefels, — gefährlich, weil der Zünder schon in Verbindung mit dem Pulver steht; unmittelbar mit der Lampe aber nur dann statthaft, wenn das Pulver wirklich in einem ganz gleichförmigen Faden darin vertheilt ist, *) **) ist aber diess nicht mit völliger Zuverlässigkeit der Fall, so wird 4) der Zünder weit gefährlicher als ein anderer. Diese Unsicherheit nimmt noch zu, da wo die Entzündung auf ungewöhnlich grose Längen bei tiefen Bohrlöchern, unter Wasser u. dergl. fort-

*) Bei den ersten mit dergleichen Zündern in Freiberg angestellten Versuchen war letzteres keinesweges der Fall, wie die ungleiche Verbrennungsdauer gleich langer Stücke, so wie das von Zeit zu Zeit erfolgende Zerplatzen von im Freien verbrennenden Zündern kund gab. Eine spätere Lieferung zeigte sich jedoch in dieser Hinsicht weit gleichförmiger.

**) Nach dem mehrerwähnten Aufsatze in den Annales des mines hat man in Frankreich das unmittelbare Anbrennen durch Tränken des oberen Zünderendes mit Terpentinöl befördert, was jedenfalls seinen Zweck vollkommen erfüllen, aber auch das Verfahren noch umständlicher und theurer machen wird.

Digitized by Google

gepflanzt werden soll; endlich, wenn wie bei den neueren, in Sachsen versuchten Sicherheitszündern, die Umkleidung sehr dünn ist, daher leicht durch den Stampfer zerrissen werden kann. 5) Die Entzündung kann nicht gut in der Mitte der Ladung bewirkt werden, wie sie eigentlich soll. 6) Wenn der Zünder etwa verlöscht, was durchaus nicht unmöglich, so ist davon sehr schwer die Ueberzeugung zu gewinnen, indem er noch lange Zeit fortglimmen und endlich doch noch weiter brennen kann. Je länger aber der Zünder an sich seyn muss, desto länger dauert auch die Ungewissheit, desto gröser ist die Möglichkeit einer zu frühen Annäherung. Das Einbringen eines neuen Zünders ist aber ohne Ausbohren des Besatzes ganz unmöglich, und da letzteres nicht gestattet werden sollte, so ist ein solcher Schuss allemal verloren. 7) Die Verbrennung des Zünders entwickelt einen sehr übelriechenden, die der für Wasserlöcher bestimmten einen ganz unausstehlichen erstickenden Rauch, welcher sich schwer verzieht und daher die Wetter sehr verdirbt. *) 8) Die Kraft- also Pulver-Ersparniss, welche nach Bickford (S. Lechatelier a. a. O. p. 29.) 20 bis 25 % betragen, ja bei Versuchen in Frankreich selbst 40 % gefunden worden seyn soll, (Vergl. ebendas. p. 20.) **) ist zwar nicht unwahrscheinlich, bis jetzt aber fast nur ein Ergebniss der Rechnung, des Vergleiches der Weite der gewöhnlichen Zündöffnungen mit den hier bleibenden, indem darüber erst eine weit grösere Anzahl unmittelbarer Versuche nothwendig ist, als bis jetzt angestellt sind, um so mehr

*) Lechatelier erklärt zwar p. 33. seines Aufsatzes, diesen Rauch seiner chemischen Zusammensetzung nach für weit unschädlicher als den bei der gewöhnlichen Entzündungsweise mit Schwefelmännchen, Fournet. (S. Annales des mines 4. sér. t. VI. (1844.) p. 132.) erklärt ihn sogar für gar nicht unangenehm (!), dessen ohngeachtet bleibt es Thatsache, dass (ebenso wie bei mehrerem anderen ausländischen Bergbaue,) bei den in Freiberg auf Gruben mit recht gutem Wetterzuge angestellten Versuchen manche Oerter dadurch noch lange nach dem Schiesen ganz unzugängig blieben.

**) Vergl. auch die Versuche von Fournet darüber, in den Annales des mines 4. sér. t. VI. (1844.) p. 123. et suiv.)

als mit Gewissheit anzunehmen, dass die gröste Mehrzahl bei der bisherigen Besetzungsweise werfenden Schüsse, mehr oder weniger überladen sind, weil sich der Häuer dem Misslingen nicht aussetzen will, daher bei ihnen eben sowohl an der Ladung abgebrochen werden könnte, als es bei den Versuchen mit den besprochenen Zündern geschehen ist. Immer wird man übrigens bei der nach der Oeffnung berechneten möglichen Gröse berücksichtigen müssen, dass nicht nur der Pulverfaden, sondern auch die ganze Schnur, nachglimmend, ausbrennt. Endlich 9) würde für den meisten, wenigstens deutschen Bergbau die allgemeine Anwendung dieser Zünder an und für sich einen namhaft gröseren Kostenaufwand verursachen, indem z. B. in Freiberg gegenwärtig 40 Fus Länge 80 Neupfennige, also 1½ Fus, als die auf ein Bohrloch zu rechnende Länge, 3 Npf. kosten (also selbst noch etwas weniger als ursprünglich in England;) Schwefel u. dergl. noch ungerechnet, während bei der gewöhnlichen Besetzungsweise der Aufwand für Zünder, Schwefel und Räumnadelunterhaltung auf einen Schuss durchschnittlich nur 0,56 Npf. beträgt. *)

Sonach wird ein wirklicher Vortheil von diesen Zündern gegen andere Zündungsweisen vornehmlich zu erlangen seyn:

1) beim Schiesen unter Wasser, schon mit gewöhnlichen Sicherheitszündern ausführbar, bei starkem Wasserzudrange; mit den noch stärker geschützten bei höheren Wasserbedeckungen, bei welchen sie Oberst Pasley bis nicht über 60 Fus Wassertiefe (über welche hinaus sie bisweilen zerplatzen sollen,) für ausreichend erklärte (Vergl. English Mining review, t. IV. (1838.) p. 95.) 2) auch für andere trockene Bohrlöcher jedoch von mehr als gewöhnlicher Tiefe, wie solche zum Sprengen sehr groser Massen mit einem Male, vornehmlich bei Steinbruchsarbeiten und ähnlichen vorkommen; bei solchen insbesondere wieder in horizontaler Richtung bei denen, nach dem Obigen, andere gefüllte Zünder

*) Vergl. über die ersten mit diesen Zündern in Freiberg angestellten Versuche d. Kalender f. d. sächs. Berg- u. Hütten-Mann, Jgg. 1844. S. 139.

Digitized by Google

oder Zündschnuren schwieriger und unsicherer sind; 3) bei Unternehmungen, bei denen man es mit im Schiesen ungeübteren Arbeitern, Tagelöhnern u. dergl. zu thun hat.

In allen übrigen, den gewöhnlichen, Verhältnissen bei dem Bergbaue erscheint bis jetzt, sofern man Häuer von derjenigen Uebung und Zuverlässigkeit hat, welche billig erwartet werden darf, weder der Vortheil gegen andere sonst sichere Besetzungs- und Entzündungs-Weisen — mit Lettenbesatz, Holz- oder Moos-Pfropf, hohlem Schilfzünder und Schiesröhrchen (s. später §. 44.) — noch die Nothwendigkeit gros genug, um die angegebenen Unvollkommenheiten zu überwiegen.

Uebrigens widerspricht nach dem Allen der Sicherheitszünder dem nach dem Obigen beobachteten Nichtfortbrennen eines längeren Pulverfadens völlig, und deutet nur darauf hin, dass das Material der Hülle merklichen Einfluss hat, auch wohl die Stärke des Pulverfadens richtig abgemessen seyn, und mit dessen Länge wachsen muss.

Abgesonderte, blose Schiesröhrchen sind ebenfalls noch in Anwendung und haben dann entweder 1) den Zweck den eigentlichen Zünder aufzunehmen oder 2) einen Canal zu bilden, um die Entzündung auf eine besondere Weise zu dem Pulver zu bringen. Für ersteren Zweck sind sie seit einigen Jahren bei dem sächsischen Bergbaue in regelmäsigen Gebrauch gekommen.

Schon früher hatte man wiederholt auf Mittel gedacht, die Räumnadel von dem Besatze noch mehr vom Gesteine abgesondert zu erhalten, um der Reibung an solchem und somit dem Funkenreissen vorzubeugen und hatte desshalb vorgeschlagen, sie vor dem Einsetzen mit Papier, Bast, Hanfgarn u. dergl. zu umwickeln, um so eine beim Ziehen der Nadel in der Spur zurückbleibende Umkleidung herzustellen. Diese Stoffe waren jedoch schon desshalb nicht geeignet, weil sie bei etwaigem Abschlagen des Zünders fortglimmen konnten, wodurch es nothwendig geworden wäre, sie durch Tränken in Alaunwasser oder dergl. unverbrennlicher zu machen; auch war dieses Verfahren viel zu aufhältlich,

30*

Digitized by Google

als dass man hätte hoffen dürfen, dass die Häuer sich desselben wirklich bedienen würden.

Praktischer ist daher die, zuerst im Jahre 1841 durch den sich damals in Freiberg aufhaltenden Edeln von Würth (aus Wien,) in Vorschlag gebrachte Anwendung von Schilfrohr. — Dieselbe stellt nicht eigentlich eine ganz neue Erfindung, sondern nur eine Verbindung des alten Schiesröhrchens, jedoch in zweckdienlicherer Ausführung, mit dem Zünder dar. — Ein gerades Stück Schilfrohr von etwas mehr Weite als der Zünder und solcher Länge, dass es durch den ganzen Besatz, bis in das Pulver hineinreicht, wird mit einer dünnen, feilenartig aufgehauenen Räumnadel in den Absätzen durchstosen und rein ausgerieben, an die Räumnadel angesteckt und in das Pulver eingesetzt, worauf der Besatz, (Sand- oder Moos-Pfropf und Letten,) in gewöhnlicher Weise darauf kommt, wobei natürlich die Räumnadel von dem Besatze und dem Gesteine vollständig abgesondert erhalten, das Funkenreissen verhindert, das Ziehen derselben erleichtert und durch beides gegentheils die Zulässigkeit eiserner Räumnadeln herbeigeführt wird, die, als haltbarer, dünner seyn dürfen, als kupferne u. dergl. Nach erfolgter Besetzung wird in das Rohr ein Schilfzünder, oder wenn es vorgezogen werden sollte, eine dünne Zündruthe eingesetzt. (Vergl. Kalender für den sächs. Berg- und Hütten-Mann, Jgg. 1843. S. 78; 1844. S. 129.) Sollten hohle Zünder zu stark seyn, so hilft man sich leicht durch Herausspalten eines Theiles der Länge nach.

Ein gegen diese Weise erhobener Einwand ist der: dass das Schilfrohr, wenn es zu weit ist, durch den Besatz zerbrochen, zerdrückt und dann die Absonderung vereitelt wird; was schon dann möglich ist, wenn die Nadel schnell an Stärke abnimmt, daher sie für diese Besetzungsweise mehr cylindrisch seyn muss. Diese Befürchtung ist jedoch nur bei der Anwendung ganz unpassender, unverhältnissmäsig starker Schilfröhre gegründet, aber schon bei nur wenig gröserem Durchmesser als die Nadel und bei ringsum gleichförmigen La-

Digitized by Google

den des Besatzes nicht. Vielmehr bleiben insbesondere da, wo überhaupt Schilfzünder angewendet werden, zu denen nur der dünnste Theil des Rohres nutzbar ist, Stücke genug von sehr verschiedener Stärke übrig, um schon mit der nur allernöthigsten Sorgfalt bei einigem guten Willen, passende aussuchen zu können, daher die desshalb wieder vorgeschlagenen ausgebohrten harthölzernen, — welche dieselben oben angegebenen Mängel haben würden, wie die alten hölzernen Schiesröhrchen, — nicht einmal nöthig, geschweige denn papierne, (von geleimten Papiere,) vorzuziehen sind. *) Uebrigens sind die Röhre an einem etwas feuchten Orte aufzubewahren, um nicht durch Austrocknen zu spröd zu werden.

Andere Schiesröhrchen sind für tiefere Löcher und zum Schiesen unter Wasser nothwendig, besonders für letzteres. Ihrer wurde schon oben Erwähnung gethan, indem es dieselben sind, welche auch, entweder ganz mit Pulver gefüllt werden, oder die Zündschnur aufnehmen. Sie werden aus $^3/_{16}$ bis $^2/_3$ Zoll (je nach der nöthigen Länge,) weiten Röhren von verzinntem Eisen- oder Zinn-Blech, (vergl. Baillet, im Journal des mines t. X. (1801.) p. 579. 580, — Brewster, Edinbourgh philosophical journal, vol. V. (1821.) p. 13. — C. F. L. Förster, Bauzeitung, Jgg. VI. (Wien 1841.) S. 66.) oder selbst von Blei, (S. English Mining review, 1838. vol. IV. p. 95.) — A. L. Crelle, Journal für Baukunst, Thl. XX. (1844.) S. 303.) gefertigt. Die blechernen Röhren werden zusammengeschraubt, wohl dazu mit kupfernen Schrauben versehen; die bleiernen haben den Vortheil, biegsam zu seyn, sich zusammen- und abwickeln, daher leicht anbringen lassen, dahingegen zerplatzen sie leicht, zerschmelzen oder werden unter hohem Wasserdrucke breit gedrückt.

*) Streuge Aufsicht scheint besonders Anfangs zu führen nöthig, damit die Häuer, welche im Allgemeinen diese Weise schon desshalb gern annehmen, weil sie dadurch wieder eiserne Räumnadeln bekommen, nicht aus Bequemlichkeit (Trägheit) das Einsetzen der Schiesröhrchen unterlassen, weil natürlich dann die Gefahr desto gröser wird.

Digitized by Google

Cautchouc-Röhren, (S. Mining rev. a. a. O.) haben ebenfalls nicht den gewünschten Erfolg gehabt.

Soweit alle diese Schiesröhrchen den Zweck haben, den Zünder nur zu leiten und zu schützen, werden dieselben wohl auch nur durch ein paar Holzstäbchen oder hohle Latten ersetzt, in welche derselbe eingebunden und so gleich mit in den Besatz eingeladen wird, wie nach v. Gerolt (in Karsten, Arch. f. Bergbau. XIV. (1827.) S. 31.) auf mexicanischen Gruben geschieht, oder im Wasser hinabgeführt, wie Thunberg (in den Abhandlungen der k. schwed. Akad. d. Wissensch. Thl. XXII. (Jgg. 1760.) S. 124.) empfiehlt.

Eigentliche Zünder, auch gewöhnliche, sind wo möglich nicht erst in der Grube und einzeln, sondern über Tage in Vorrath zu fertigen, weil erstere Weise nicht nur mit Gefahr und Pulververlust, sondern auch mit vieler Zeitverschwendung verknüpft ist. Die Häuer können die fertigen Zünder in hölzernen oder besser blechernen cylindrischen Büchsen mitführen; die mit trocknem Pulver gefüllten wohl bis zum Gebrauch, oben mit einem Lettenpfropfe geschlossen.

§. 32. Das Schwefelmännchen und dessen Ersatzmittel dienen um den Zünder in Brand zu stecken. Für gewöhnliche Besetzungs- und Entzündungs-Weisen muss es von der Art seyn, dass es langsam genug brennt, um den Häuer Zeit zu lassen, sich in Sicherheit zu bringen; je entfernter der Zufluchtsort ist, desto länger muss es seyn.

Das eigentliche Schwefelmännchen, als das hierzu geeignetste Mittel, besteht aus einem Stücke starken, besonders dazu gefertigten Schwefelfaden, steif und ohne Brüche, so dass es in horizontaler oder selbst aufwärts gerichteter Stellung befestigt werden kann; dünne mehrmals zusammengelegte Schwefelfäden können ihn daher nicht ersetzen. Vor dem Gebrauche wird er gebäht, an einem Ende angebrannt und die Flamme über den Faden längst hin geblasen. Dadurch beabsichtigt man ein Absengen der etwa hervorstehenden Fasern und eine angehende Schmelzung der Oberfläche, damit nicht

Digitized by Google

das Feuer auf dieser schneller fortläuft und so eine zu frühe Entzündung des Schusses bewirkt.

Um dasselbe zu befestigen, wird das eine Ende entweder in den hohlen Zünder hineingesteckt oder auch erwärmt angeklebt. oder in das oben aufgespaltene Ende des Zünders queer eingeklemmt, letzteres ist besser, weil dann der Zünder mehr Luft behält. — An Zündruthen oder Stoppinen wird das Schwefelmännchen angeklebt, der Sicherheit wegen wohl einige Mal darum gewickelt; ebenso um Sicherheitszünder, wenn man es nicht für sicher genug halten sollte, diese unmittelbar und ohne Hülfe des Schwefelmännchens anzuzünden.

Zu den in Schwefel getränkten Papierstreifen, wie man sie statt der Schwefelfaden bei einem und dem anderen Bergbaue anwendet, möchte höchstens in ganz abgesonderten, uncultivirten Ländern einiger Grund seyn und selbst da kaum, weil die Häuer dann eben so gut die brauchbareren und wohlfeileren Fäden als dergl. Streifen sich selbst machen könnten.

Baumwollendochte oder Papierstreifen in Talg getränkt, letztere wohl spiralförmig zusammengedreht und an den Zünder angebunden, geklebt oder eingeklemmt, sind zwar bei mehreren Bergbaue gebräuchlich, jedoch schon wegen des schnelleren Fortbrennens ein unvollkommenes Ersatzmittel des Schwefelmännchens.

Gemeiner Feuerschwamm ist, als ein unvollkommenes, unzuverlässiges Zündmittel jetzt wohl nur selten, etwa bei Steinbruchsarbeiten u. dergl. in Anwendung.

Noch mehr gilt diess von faulem Holze, welches u. A. (nach Gilberts Annal. d. Phys. Bd. LVI. (1817.) S. 56.) in England Anwendung gefunden haben soll. Es lässt sich sehr schwer an dem Zünder befestigen und kommt nebst dem Schwamme noch am ersten bei denjenigen mangelhaften Verfahren in Anwendung, wo, um die Oeffnung der Zündspur etwas Pulver, oder gar von ihr weg ein Pulverstreifen gestreut und auf diese der Schwamm oder das Holz gelegt wird.

Das unmittelbare Einwerfen von Schwamm oder selbst von (in der Feuerwerkerei viel gebrauchten)

Digitized by Google

Zündlichtern durch das Zündröhrchen bis auf das Pulver, welches Cochius beim Sprengen unter Wasser angewendet und angerathen hat (S. Sammlung von Aufsätzen und Nachrichten die Baukunst betr. Jgg. 1798. Thl. II. S. 79.) möchte doch kaum so gefahrlos seyn, am wenigsten bei nicht tiefem Wasser, als er angiebt, bei hoher Wasserbedeckung, also langen Röhren aber, letztere nicht sehr eng zulassen, wenigstens wenn der leichte Schwamm bis hinunter gelangen soll.

Bei hohem Wasser, welches gestattet ohne Gefährdung in der Nähe zu bleiben, ist eine schon lange angewendete Zündungsweise das Einwerfen glühender Eisenstückchen durch das Schiesröhrchen. (Vgl. Journal des mines, t. X. p. 579. — Brewster, Edinbourgh philos. journal vol. V. p. 13. — Mining review vol. IV. p. 95. u. A.)

Nur als nicht nachahmungswerthe Sonderbarkeit ist die, in den Annales des mines, t. I. (1817.) p. 329.) von dem mehr gedachten Betriebe der Alaunbrüche zu Tolfa angeführte Weise zu nennen: um die Mündung der mit Pulver angefüllten Zündspur, in der Pflockbesetzung, Pulver anzuhäufen und dieses durch Aufwerfen eines an einem Steine befestigten Klümpchens brennenden Pulverbreies (sogenannten Sprühteufels) aus der Ferne anzustecken. —

Von einigen anderen von den gewöhnlichen ganz verschiedenen Entzündungsweisen ohne Zünder oder dgl. wird später bei dem Schiesen unter Wasser gesprochen werden.

§. 33. Die Bohrlehre gehört, nebst den nächstfolgenden beiden Stücken mehr dem Kindheitsalter des Schiesens zu.

Sie bestand aus einem über dem zu bohrenden Loche, z. B. zwischen den Stösen des Baues, einzuspreizenden Holze, in welches eine halbrunde Hohlspur eingeschnitten war, in die der Bohrer gelegt, und dadurch in der gehörigen Richtung erhalten wurde. *) (Vergl. Rössler hellp. Bergbauspiegel, Buch III. Cap. 5.

*) In einigen Gruben des sächsischen Erzgebirges finden sich die Spuren dieser Lehren über den von den Schüssen zurückgebliebenen Läufen noch sehr häufig.

Digitized by Google

§. 6.) Ein Anhalten, welches wegen der Unbehülflichkeit und Unvollkommenheit der alten Bohrer, so wie der Ungeübtheit der Arbeiter unentbehrlich war, aber auch das Bohren noch umständlicher machte, seine Anwendung beschränkte, indem nicht in jeder beliebigen Richtung eine Spreize angebracht, daher gebohrt werden konnte. *)

Gegenwärtig können dergl. Lehren nur etwa dann nothwendig werden, wenn man unter Wasser und zwar von dessen Oberfläche aus, bohrt und die Strömung so gros ist, dass sie den Bohrer nicht in der gehörigen Richtung zu erhalten gestattet; besonders im Anfange des Bohrens ehe noch das Loch selbst die Leitung giebt.

Van den Bergh (S. dessen Felsensprengungen im Rheine, S. 21.) beabsichtigte solche Lehren durch gusseiserne Klötze von 18 Zoll Seitenbreite, 8 Zoll Höhe und 120 Pf. Gewicht, mit einer durchgebohrten Oeffnung für den Bohrer auf den Grund festgelegt, darzustellen, welche aber wegen dessen unebener und felsiger Beschaffenheit dort nicht brauchbar waren. (S. 31.)

Nicht unzweckmäsig scheint hingegen die in den Erfahrungen und Ideen aus dem Gebiete des Wasserbaues und der Mechanik von N. V. Wien 1833. S. 5. u. f. f. beschriebene Vorrichtung zu seyn, bei welcher der Bohrer auf dem dazu festgestellten Flosse A Taf. VIII. Fig. 16. durch einen aufgestellten Klotz a, unter dem Wasser aber durch eine zweite Leitung b gehalten wird, die durch zwei strebenartige Stangen c, ihre Unterstützung ebenfalls wieder auf dem Flosse findet; da hier die Leitung mit dem Flosse, nicht aber mit dem Grunde zusammenhängt, so sollte sie wohl ihren Zweck, den Bohrer gerade und auf einem Puncte zu erhalten, vollkommen erfül-

---

*) Wie schwierig das Bohren damals seyn mochte, geht daraus hervor, dass in Freiberg im Jahre 1643, 1644 u. s. f. also in der allerersten Zeit, für das Abbohren eines 40 Zoll tiefen, 2 bis 2½ Zoll weiten Bohrloches 16 Gr. 3 Pf. bezahlt wurde, während das ganze Wochenlohn eines Doppelhäuers für 5 achtstündige Schichten nur 22 Gr. betrug. (S. u. A., J. F. Lempe, Magazin der Bergbaukunde, Thl. IX. (1792.) S. 345.)

Digitized by Google

len, sofern das Floss durch Anker gehörig festgestellt, was ja schon ohnehin für jedes Bohren unter Wasser erstes Erforderniss ist.

Für andere Richtungen des Bohrens als senkrechte, wenn dergl. ja nöthig wären, lässt sich diese Vorrichtung leicht abändern, wie a. a. O. dargestellt ist.

§. 34. Das Schieseisen oder Schiesblech, ebenfalls der anfänglichen Besetzungsweise zugehörig, bestand aus einer viereckigen starken Eisenplatte, nach Rössler (hellpol. Bergbauspiegel, Bd. III. Cap. 5. §. 13.) „zwei Hände breit, ein oder zwei Finger stark“. welche über den als Besetzung eingetriebenen und oben abgeschnittenen Holzpflock in ein in das Gestein eingehauenes Bühnloch fest und ohne sich verschieben zu können so eingelegt wurde, dass eine hindurch gebohrte Oeffnung genau auf die Spur im Pflocke passte. Diese wie jene wurden mit Pulver gefüllt und dasselbe mit einem Schwefelfaden angezündet.

Das Schiesblech diente somit zu noch mehrerer Befestigung des Pflockes, indem es selbst wieder niedergehalten wurde durch

§. 35. Die Schiesspreize, ein starkes Holz, welches (nach Rössler a. a. O. §. 14.) zwischen das Blech und das gegenüberliegende Gestein fest angetrieben wurde und so die letzte Befestigung abgab.

§. 36. Hülfs-Gezäh- und Geräthe für das Bohren und Schiesen zur Vorbereitung, noch mehr zur Nachhülfe und weiteren Benutzung der ausgeübten Wirkung, sind die Gezähe der Eisenarbeiten, (der Keilhauen-, Schlägel- und Eisen- und der Hereintreibe-Arbeit;) nächstdem, meist einfache Vorrichtungen zur Erleichterung und Unterstützung der Bohrarbeit, vornehmlich unter Wasser, bei besonderen Entzündungsweisen; endlich auch zur Beseitigung der Gefahr beim Schiesen.

Von letzteren wird, soweit es nicht schon bisher geschehen ist, an den zugehörigen Orten gesprochen werden.

Digitized by Google

Das Verfahren bei dem Bohren und Schiesen.

§. 37. Die Arbeiten und Verrichtungen, welche bei dem Bohren und Schiesen vorzunehmen, sind, nach zuvörderst erfolgter Bestimmung des Ansatzpunctes, der Richtung und der Tiefe des Bohrloches, folgende:

1) das Zubrüsten, 2) das Bohren — Abbohren, — des Bohrloches, 3) das Laden und Besetzen, 4) das Wegthun — Anzünden des Schusses, — 5) das Beräumen.

Vieles in diese Arbeiten gehörige und dieselben erläuternde ist zwar schon in der bisherigen Beschreibung der Gezähe und Hülfsmittel enthalten, noch sind jedoch diese Arbeiten in ihrer richtigen Aufeinanderfolge, ihrem vollständigen Zusammenhange, zu beschreiben.

§. 38. Das Zubrüsten, — besteht eigentlich in einer Zurichtung derjenigen Stelle des Gesteines, an welcher das Bohrloch angesetzt werden soll, um dieses Ansetzen zu erleichtern.

Die Schwierigkeit bei dem ersten Anfange des Bohrloches liegt nehmlich darin: den Bohrer an der bestimmten Stelle und in der gehörigen Richtung zu erhalten, so lange er noch kein Anhalten durch das Bohrloch selbst hat. Dieses zu erleichtern wird zugebrüstet, d. h. das Gestein an dieser Stelle mit Schlägel und Eisen wenigstens geebnet, besser noch daselbst eine flache napfförmige Vertiefung gehauen, das Zubrüstel. Je gebrächer das Gestein ist, desto weniger hat man diess nöthig. Oft reicht es wohl hin durch wiederholtes Aufschlagen mit einem Fäustel die Unebenheiten des Gesteines zu zermalmen und dadurch das Haften des Bohrers zu befördern.

Beim Bohren aus gröserer Entfernung in der Grube, oder unter Wasser, wo man zu jener Fläche nicht gelangen kann, bedient man sich eines Kronen- oder Kreuz-Bohrers (S. §. 11. d. Abschn.) um dieselbe nothdürftig zu ebnen.

Gleichzeitig mit diesem Zubrüsten wird gewöhnlich

noch eine andere Arbeit vorgenommen, nemlich das Beseitigen vorspringenden Gesteins oder Freimachen der hereinzuschiesenden Masse u. s. f. wodurch die Wirkung des Schusses vergrösert werden kann, so weit diess überhaupt möglich und nöthig, nicht bereits durch den vorhergehenden Betrieb geschehen ist.

§. 39. Das Bohren — Abbohren. — Vor dem Beginne des Bohrens haben sich die Arbeiter einen bequemen, festen und sicheren Stand zu verschaffen; um so mehr als bei dieser Arbeit eine und dieselbe Stellung längere Zeit beibehalten werden muss, als bei irgend einer anderen, während die aufzuwendende Kraft nicht gering ist. Soweit sie daher diesen Stand nicht stehend, kniend, sitzend oder selbst liegend, unmittelbar auf der festen Sohle finden, — theils wegen der Lage des Bohrloches gegen diese, theils, weil es überhaupt an einer Sohle fehlt, wie in Abbauen, — so haben sie sich durch zwischen die Stöse eingespreizte Sitzpfähle, auf Fahrten aufgelegte Pfosten, oder nur unmittelbar auf solchen Fahrten, gegentheils selbst durch kleine Gerüste, einen solchen zu verschaffen, und es ist für die Grubenwirthschaft wesentlich, ihnen die nöthigen Materialien hierzu zu gewähren, damit sie nicht darin einen wirklichen oder angeblichen Grund für gröseren Zeitaufwand oder geringere Leistung finden.

Dabei sind, soweit möglich, etwa zudringende Wasser durch gelegte Traufenbreter oder dergl. abzuhalten und abzuführen, welche das Bohren, noch mehr das Schiesen, durch unmittelbaren Zudrang, oder mittelbar durch Durchnässen, Herumsprützen in Augen und Licht beeinträchtigen.

Nach der alten Weise wurde nächstdem eine Lehrspreize (S. §. 35.) zur Leitung des Bohrers angebracht, was das Bohren noch umständlicher, seine Anwendung noch beschränkter machte und der Bohrer in die eingeschnittene Spur eingelegt, während jetzt, unter gewöhnlichen Umständen nicht leicht anders als aus freier Hand gebohrt wird. Die gewöhnlichste Weise des Bohrens ist die einmännische, bei welcher ein und der-

Digitized by Google

selbe Arbeiter sowohl das Setzen — Drehen — des Bohrers (mit der einen Hand) als auch das Aufschlagen mit dem Fäustel, — (mit der anderen) verrichtet. Durch mehr als einen Mann erfolgt das Bohren, wenn die Bohrlöcher so gros und tief werden, dass es für einen Einzigen zu anstrengend wäre, gleichzeitig beide Arbeiten zu verrichten, namentlich bei sehr festem Gestein oder auch wenn er nothgedrungen eine sehr unbequeme Stellung einnehmen muss, wie z. B. die liegende auf sehr niedrigen, ganz flach fallenden Strebbauen wo selbst das Bohren eines engen Bohrloches einmännisch schwer ist.

Mehr als zwei Arbeiter sind hingegen in Grubenbauen und bei den dort anwendbaren Weiten der Bohrlöcher nicht leicht nöthig; daher das noch hier und da, wie in Schweden, Norwegen, Italien angewendete dreimännische Bohren vielmehr auf Herkommen beruht (um so mehr als es in ersteren Ländern meist gar nicht weite Bohrlöcher betrifft,) indem ja in Steinbrüchen in England Fälle vorkommen, dass selbst bis 21 engl. Fus (6,4 mètres) ja in Finnland sogar 9,24 m. tiefe Löcher nur durch zwei Mann gebohrt werden. (Vgl. English Mining review, vol. IV. (1838.) p. 36. — Annuaire du journal des mines de Russie, an. 1839. p. 70.)

Bei zwei Mann führt einer den Bohrer, der andere das Fäustel; bei 3 Mann schlagen 2 auf; bei 4 oder gar 5 Mann, wie etwa bei Tagearbeiten vorkommen, führen 2 den Bohrer, die übrigen schlagen auf. Eine solche grösere Anzahl steht jedoch einander nur mehr im Wege, nützt wenig, indem schon z. B. beim dreimännischen Bohren die beiden Arbeiter keinesweges doppelt soviel Schläge in einer gewissen Zeit thun als ein einziger, auch übrigens der Setzende nicht im Stande wäre, den Bohrer so schnell, sonach so oft, zu wenden. (Vergl. Sandel in den Abhandlungen der k. schwed. Akademie der Wissenschaften Bd. XXXI. Jgg. 1769. deutsche Uebers. S. 299.) Von Zeit zu Zeit wechseln die Schlagenden mit den Setzenden ab.

Obschon ein Bohrloch, sofern Raum genug vorhanden ist, an jedem Punkte und in jeder Richtung gebohrt

Digitized by Google

werden kann, so ist diess doch keinesweges überall mit gleicher Leichtigkeit der Fall, weil die Stellung des Arbeiters dabei, theils jener Lage und Richtung, theils der Oertlichkeit nach, mehr oder weniger bequem ist.

Das einmännische Bohren kann, wie schon oben erwähnt wurde, stehend, knieend, sitzend oder liegend verrichtet werden, letzteres jedoch nur in dem Falle unbedingter Nothwendigkeit dazu durch die Niedrigkeit des Baues.

Stehend ist der Arbeiter entweder mit dem Gesichte oder mit dem Rücken gegen das Gestein gewendet; in letzterem Falle führt er den Bohrer zur Seite oder selbst, je nach Gewohnheit und Herkommen, zwischen den Beinen hindurch in vorn übergebückter Stellung; knieend und liegend gegen das Bohrloch gewendet, auf der Sohle sitzend ebenfalls zwischen den Beinen, niederwärts bohrend.

Bei zwei- und dreimännischem Bohren ist der den Bohrer führende Arbeiter entweder stehend oder knieend mit dem Gesicht, oder stehend mit dem Rücken, gegen das Gestein gewendet; in letzterem Falle den Bohrer über die Achsel oder seltener zur Seite führend. Häufig knieet oder sitzt er auf der Sohle, den Bohrer wie beim einmännischen Bohren saiger nach unten führend.

Aufwärts gerichtete Bohrlöcher lassen sich nur von Kopfhöhe an und höher hinauf bohren, mag übrigens der Arbeiter stehen, knieen oder selbst liegen; ausnahmsweise wenig aufsteigende, zur Seite rückwärts gewendet, in halber Manneshöhe. Söhlige in Kopf- bis Brust-Höhe oder rückwärts gewendet in und unter halber Manneshöhe, abwärts gerichtete von Brusthöhe nieder bis zur Sohle, die tiefsten knieend oder sitzend.

Die Stellung des Arbeiters und die Richtung des Bohrers bei der Anwendung des Leier- und des stosend — ohne Bahn geführten Bohrers (S. §. 13 u. 14. S. 356.) sind natürlich weit beschränkter.

Die allgemeinen Erfordernisse beim Bohren sind folgende:

1) muss der Bohrer in richtiger Stellung und fest

auf das Gestein gehalten werden; geschieht dies nicht, so wird das Bohrloch schief, das Bohren rückt langsamer vorwärts, weil Kraft verloren geht;

2) muss der Bohrer richtig gesetzt, d. h. nach jedem Schlage um so viel um seine Axe gedreht werden, als der Wirkung des Schlages entspricht, soviel, dass die Schneide, oder überhaupt die arbeitenden Theile stets einen neuen Angriffspunkt finden; die Gröse dieses Setzens ist freilich je nach der Festigkeit des Gesteines verschieden und die Erfahrung muss darüber entscheiden, indem der Grund des Bohrloches stets eben bleiben muss, weder Furchen noch stehengebliebene Rippen und Grate bekommen darf, wenn zu wenig oder zu viel fortgesetzt wird. Auch darf nicht mehrmals hintereinander auf den Bohrer geschlagen werden, ohne ihn fortzusetzen, bei jedesmaligem Setzen aber ist er etwas zu lüften. Ist das Gestein fest, eigentliches Schiesgestein, so ist der Rückprall des Bohrers hierbei gleich zu benutzen, um ihn sogleich zu drehen, was die Arbeit erleichtert. Nicht minder muss das Bohrloch dadurch rund, nicht aber eckig (dreieckig, *)) noch auch krumm werden, welches alles verhindert tiefer zu bohren, insbesondere wenn es nicht zeitig genug bemerkt und dann durch eine geübte Hand, etwa durch kurzes Setzen mit scharfem Schlage und scharfes Festhalten des Bohrers in der richtigen Linie noch ausgeglichen werden kann.

Am leichtesten wird dies versehen bei Meiselbohrern, welche desshalb nur in der Hand des Geübten ihren vollen Nutzen gewähren, wogegen der Ungeübte mit ihnen häufig sitzen bleibt, während er mit dem Kolben- oder Kronen-Bohrer langsam und mit mehr Anstrengung, jedoch sicherer fortkommt.

Desshalb waren auch, wie schon oben in §. 11. gesagt worden, anfangs die Kolben- und Kronen-Bohrer die alleingebrauchten, welche man bei jedem Bohrloche abwechselnd anwendete, mit den ersteren beginnend und in der Mitte vorausgehend, mit den anderen

---

*) In Sachsen ein Fuchs, in Ungarn ein deutscher Hut genannt.

Digitized by Google

in der Peripherie nachfolgend; später und noch lange brauchte man sie wenigstens zum ersten Anfangen des Bohrloches; jetzt bedient man sich beider mit wirklichem Grunde nur da, wo man gleich anfangs, aus der Ferne oder in der Tiefe unter Wasser, mit langen Bohrern arbeiten muss, oder auch höchstens zur Berichtigung eines falschgebohrten Loches, ferner in sehr porösem, zerfressenem, überhaupt ungleich festen Gestein.

Uebrigens kann ein Bohrloch trotz aller Sorgfalt auch dann krumm werden, wenn es offene oder Letten-Klüfte unter einem spitzen Winkel durchschneidet, oder gar Drusenräume einseitig berührt;

3) sind die Schläge mit der Mitte der Fäustelbahn genau auf die Mitte der Bahn des Bohrers, und in dessen Axenrichtung zu führen, weil sonst an Fäustel und Bohrer viel Strauben geschlagen werden, Kraft verschwendet wird, der Bohrer Seitenprellungen erleidet, dadurch die Hand angreift und selbst zerbrochen wird, endlich sogar der Arbeiter daneben und sich, oder was noch schlimmer, beim mehrmännischen Bohren, seinen Gesellen, auf die Hand schlägt.

Die Schläge überhaupt sind kräftig, ziehend, aber nicht prellend zu führen, weil letzterer weniger wirken, das Gezäh und den Arbeiter mehr angreifen. Je fester das Gestein, desto stärker der Rückprall, während bei einem festen, sogar mildem Gestein sich der Bohrer durch starke Schläge zu fest einsetzen würde, gar nicht gedreht werden könnte, wesshalb man daher auf solchem — wenn überhaupt gebohrt würde, — nur mit leichten Schlägen arbeiten darf. Letzteres ist auch da nöthig, wo man starke Erschütterungen während des Bohrens vermeiden muss, Brüche zu fürchten hat; z. B. beim Rauben von Kohlen, welche bei Pfeilerbau am Dache stehen geblieben sind, nicht von selbst hereinbrechen, daher durch einzelne Schüsse gelöst werden müssen, deren Fall aber sogleich das Hereinbrechen des Daches folgt.

Endlich sind auch neue, oder neugeschärfte Bohrer anfangs mit gelinden Schlägen zu behandeln, — anzuführen — in derselben Weise wie jedes scharfes

Digitized by Google

Gezäh. (Vergl. Keilhauenarbeit §. 15. S. 148.) damit die Schneide u. s. f. nicht zu schnell abgestumpft, oder gar ausgebrochen wird. Sollte ein Einklemmen des Bohrers in Klüften, Drusenlöchern oder gar unrunden Bohrlöchern öfters zu fürchten seyn, so möchte der Gebrauch des Schlüssels (S. §. 23.) rathsam werden.

Der Häuer muss sich gewöhnen, einen gleichmäsigen, gleichstarken Schlag zu führen, eine Zeit lang kräftig nacheinander fortzubohren und dann erst zu ruhen. *) Eine solche Anzahl hinter einander geführter Schläge wird ein Schauer genannt; wieviel er begreift, hängt natürlich von der Kraft und Uebung des Häuers, bei gebrächem und milden Gestein selbst von dessen Festigkeit ab, indem hier der Häuer schon weit öfter seine Arbeit unterbrechen muss, um das Bohrloch mit dem Krätzer von Bohr-Mehl oder Schlamm zu reinigen, als um auszuruhen.

Dieses Reinigen ist so oft vorzunehmen, als der Häuer bemerkt, dass das gebildete Mehl die Wirkung des Bohrens schwächt, nicht aber aus Trägheit zu verschieben. Manches Gestein hat die Eigenschaft, zerbohrt und als Schlamm im Bohrloche schnell zu erhärten, wie diess z. B. auch (Vergl. F. L. Cancrin, Beschreibung der vorzüglichsten Bergwerke in Hessen u. s. f. Frankfurt a. M. 1767. S. 97. und Freiesleben, Bemerkungen über den Harz, Thl. I. §. 717. S. 449.) im Rammelsberge am Unterharze vorkommen soll, der dortigen Zusammensetzung der Erz- und Lager-Masse im Verein mit der hohen Temperatur in der Grube, zufolge. In diesem Falle darf man weder überhaupt den Schlamm längere Zeit unausgeräumt, noch vielweniger dann den Bohrer im Bohrloche stecken lassen, ohne zu bohren.

Soweit möglich ist das Bohrloch mit Wasser zu bohren, diess daher gleich bei dessen erstem Ansetzen zu berücksichtigen, weil es natürlich nur bei abwärtsgerich-

*) Nicht etwa so wie es Kranz (in Karsten und v. Dechen, Arch. f. Mineralogie Bd. XV. (1840.) S. 416.) von den Arbeitern auf Elba erzählt, welche, noch dazu bei dreimännischem Bohren, in der Minute 4 bis 5 Schläge mit lautem Krächzen fallen lassen.

Digitized by Google

teten Bohrlöchern möglich ist. Man deutet daher wohl nach der Anwendbarkeit des Wassers allgemein die Stellung des Bohrloches und den Grad der Erleichterung beim Bohren durch die Bezeichnung an: Bohren mit ganzem Wasser, in saiger oder stark abwärts gewendeten Löchern und Bohren mit halbem Wasser, in flachen abwärts gerichteten Löchern, die man sonach nicht ganz voll Wasser erhalten kann.

Das Wasser unterstützt die Arbeit nicht sowohl durch ein Erweichen des Gesteines, wie Manche glauben, als dadurch, dass es die Erhitzung, somit das Weichwerden und schnelle Abstumpfen des Bohrers verhindert; das Bohrmehl aber in dünnen flüssigen Schlamm verwandelt, welcher nicht nur den Bohrer weniger aufhält, daher nicht so oft ausgeräumt zu werden braucht, sondern auch diess leichter macht.

Um das Wasser am einfachsten ohne Verschüttung in das Bohrloch zu bringen, wird der Bohrer hineingestellt und der in dem Bohrtroge damit getränkte Bohrlappen an demselben ausgedrückt, so dass das Wasser an ihm hinabläuft.

Nach der gewöhnlichen Annahme der Häuer sollen übrigens mit Wasser gebohrte Löcher beim Schiesen mehr Dampf und Rauch erzeugen, als trocken gebohrte, was entweder durch die gebildeten Wasserdämpfe, oder dadurch erklärt werden könnte, dass die verflüchtigten Pulverrückstände in Folge der durch die Bildung eben jener Wasserdämpfe herabgezogenen Temperatur sich stärker niederschlügen — condensirten.

Ferner sind bei der allmäligen Vertiefung des Bohrloches die anfänglich angewendeten kurzen Bohrer gegen längere, diese endlich gegen die längsten zu vertauschen; nicht gleich anfangs, oder überhaupt zu lange Bohrer anzuwenden, welche eine unsichere Haltung geben würden; sodann die Bohrköpfe nicht zu weit nieder zu führen, abzustumpfen, weil dann wenig mehr damit geleistet wird, das Bohrloch zu eng zuläuft, der nächste Bohrer sich klemmt; endlich die Bohrer in der gehörigen Folge der Kopfbreite anzuwenden, nicht auf

Digitized by Google

einmal zu schmale Bohrer zur Hand zu nehmen, wodurch nicht nur an Weite des Bohrloches verloren, sondern auch in demselben ein Absatz gebildet wird, der beim Besetzen sehr nachtheilig, ja gefährlich werden kann. (S. §. 44.) Man müsste denn absichtlich einen solchen herstellen wollen, wie z. B. zum Hohlladen. Je cylindrischer, an Weite weniger abnehmend, das Bohrloch abgebohrt werden kann, desto vortheilhafter für die Wirkung, schon desshalb, weil dann die Fläche, welche der Besatz der Wirkung des Pulvers darbietet, verhältnissmäsig kleiner bleibt, der Widerstand gegen das Hinauswerfen gröser wird. Könnte man umgekehrt die Löcher in der Mündung enger bohren als unten, so würde dies das Beste seyn. (Vergl. darüber §. 42.)

Wird beim Bohren auf sehr festem Gestein eine grose Anzahl von Bohrern gebraucht, welche aber wegen der Schwierigkeit die alsdann sehr geringe Abnahme der Köpfe gegen einander richtig zu treffen, nur in drei Abtheilungen, jede von einerlei Kopfbreite, gebracht sind, so sind die Bohrer einer jeden Abtheilung oft genug gegen einander zu vertauschen, damit nicht einer auf einmal ganz abgeführt wird, sondern allmälig, indem man ihn, mit der Reihe durchwechselnd, wiederholt zur Hand nimmt (s. §. 16.)

Sollte endlich ein Bohrloch abbrechen, was eigentlich höchstens bei eisernen und verstählten Bohrern vorkommen kann, so sucht man ihn entweder mit der Scheere (S. §. 21.) oder in deren Ermangelung und in engen Bohrlöchern mittelst eines Stückes weichen Lettens, der vorn an den Stampfer geklebt wird, herauszuziehen.

Eine besondere Einrichtung ist bekanntlich in dem Bohren mit dem sogenannten Vorstich gesucht und u. A. in Steiermark, Kärnthen, Frankreich, besonders bei festem Gestein gefunden worden. Hier wird (Vergl. §. 16.) mit einem schwachen Bohrer angefangen und etwa ½ bis 1 Zoll tief gebohrt, hierauf mit einem grösseren von der Breite, welche eigentlich das Bohrloch bekommen soll nachgearbeitet, sodann wieder mit dem kleinen vorgebohrt und so abwechselnd fort. (Vergl.

Digitized by Google

Tunner, Jahrbuch der montan. Lehranstalt zu Vordernberg, Jgg. II. (1842.) S. 129.) Bei gehöriger Einübung mag dieses Verfahren wohl für möglichste Benutzung der Kräfte auch schwächerer Arbeiter wirklich von dem guten Erfolge seyn, der davon gerühmt wird. Auch zum Vorbohren für den stosend geführten Bohrer, um ihm erst eine Leitung zu bereiten (S. §. 14. S. 356.) ist es gewiss sehr zweckmäsig.

Beim Bohren mit so schwachen Bohrern, wie alsdann diese Vorstecher sind, oder auch mit schwachem Geböhr überhaupt könnte man sich vielleicht des ebenfalls schon vorgeschlagenen Hülfsmittels bedienen: an die Bohrstange ein hölzernes Heft anzustecken, um diese besser zu fassen und bequemer zu handhaben; die Stange müsste aber dazu vierkantig bleiben.

Das Bohren unter Wasser, welches in besonderen Fällen nöthig werden kann, bedarf keiner besonderen Vorrichtungen, wenn die Wasserbedeckung über dem Gestein nur niedrig ist, wie diess in der Grube z. B. in Abteufen vorkommen kann.

Ist die Wasserbedeckung höher, jedoch noch nicht über 6 bis 7 Fus, so wird es immer noch ausführbar seyn, von der Oberfläche des Wassers aus zu bohren; bei gröserer Tiefe wird es immer schwieriger und unsicherer; (obschon man es selbst bis 30 Fus Tiefe gethan haben soll, wobei freilich das Verfahren um den Bohrer in der gehörigen Richtung zu erhalten, nicht recht abzusehen ist.)

Hierzu ist über dem Wasser eine Bühne vorzurichten, die in der Grube — wenn dort ein solcher Fall vorkommen sollte, — zwischen den Stösen des Baues ihre Befestigung finden kann; über Tage, auf Flüssen, dem Meere und anderen Wasseranhäufungen, aus einem Flosse bestehen kann; entweder einem eigentlichen Flosse oder aus zwei neben einander fest verbundenen Fahrzeugen mit einer Ueberbrückung bestehend. In das Floss, (in letzterem Falle in den Zwischenraum, zwischen den Kähnen,) wird eine Oeffnung eingeschnitten und durch diese gebohrt.

Digitized by Google

Das Fahrzeug muss durch mehrere Anker, auch wohl am Lande, ganz festgestellt, jedoch wenn die Tiefe des Wassers nicht so gros ist, um dasselbe und die Arbeiter darauf vor der Wirkung des Schusses zu sichern, so befestigt werden, dass man es leicht lösen, auf die Seite führen oder stromabwärts treiben lassen kann.

Vor dem Ansetzen von Bohrlöchern der Art, wird man wohl thun, sich ein deutliches Bild von der vom Wasser bedeckten Gesteinsoberfläche zu verschaffen, in welche gebohrt werden soll, was man am genauesten durch Peilstangen bewirkt, die von gleicher Länge in gewissen geringen Abständen von einander, durch Löcher in einem auf dem Fahrzeuge befestigten horizontalen Balken, senkrecht, bis auf den Grund hinab gestosen werden und deren obere Enden somit das Profil des Grundes angeben, auf welchem die unteren stehen — Taf. VIII. Fig. 17. —

Von sehr gutem Erfolge sollen sich aber auch zu noch genauerer, unmittelbarer Besichtigung des Grundes Sehrohre bewährt haben. Blech- oder selbst wasserdicht zusammengefügte Holz-Röhren, von solcher Länge, dass sie von dem Fahrzeuge bis auf den Grund reichen, und einer mit der Länge zunehmenden Weite; in die untere Mündung ist eine dicke Glasscheibe eingesetzt, diese wohl auch noch durch Drath oder Eisen-Stäbe geschützt. Thunberg soll bei den schon erwähnten Arbeiten am Werfte zu Carlscrona in Schweden mit einem solchen Sehrohre bis auf 30 Fus Wassertiefe auf dem Seegrunde deutlich haben sehen können; Collini will in hellem Wasser glänzende Gegenstände sogar 53½ Fus tief gesehen haben. (Vergl. Wolfram, Lehrbuch der ges. Baukunst Bd. II. §. 44.)

Ein solches Sehrohr, welches Van den Bergh bei seinen Sprengungen im Rheine anwendete (S. dessen Schrift darüber, S. 61.) ist Taf. VIII. Fig. 18. dargestellt. — Es bestand aus einer 6 Fus langen, oben 8 Zoll und unten 6 Zoll weiten Blechröhre a, in die unten bei b eine dicke, durch den vorspringenden durchbrochenen Rand des Blechrohres und ein Drahtkreuz

geschützte Glasscheibe eingesetzt war. Die Handhaben c und Leitstangen d dienten das Rohr zu halten.

Je tiefer das Wasser ist, desto nöthiger wird es werden beim Bohren darin, Leitvorrichtungen auf oder über dem Grunde anzubringen, (S. §. 33.) jedoch wird, weil hierin der erste Anfang der Arbeit dessen ohngeachtet unsicher ist, der Bohrer vielmehr nicht genau ein und dieselbe Stelle trifft, diesen Anfang durch Ebnen mit Kron- und durch Bohren mit spitz ausgezogenen Kolben- und Trichter-Bohrern (S. §. 12. Taf. VII. Fig. 19.) zu machen zweckmäsig seyn, bis das Bohrloch selbst genauere Leitung giebt.

Um in Flüssen die starke Wasserströmung an der Arbeitsstelle zu vermindern, kann ferner eine besondere Stauvorrichtung nöthig werden.

Diese kann, wie die von Van den Bergh (S. a. a. O. S. 26.) gebrauchte, aus einem aus starkem Holze abgebundenen und gebödeten wasserdichten Kasten bestehen, der im Grundrisse ein gleichschenkliches Dreieck von nicht zu breiter Grundlinie aber sehr spitz zusammenlaufenden Schenkeln bildend, (um dem Strome nicht zu viel Fläche darzubieten,) mit dieser Spitze dem Strome entgegen, unmittelbar oberhalb des Flosses aufgestellt, verankert und durch Steinladung bis auf den Grund eingesenkt wird. Auch einfachere, flache mit der Spitze stromaufwärts gewendete und hier durch stärkere Belastung eingesenkte, daher einen schräg aufsteigenden Damm bildende Flösse, ja selbst gewöhnliche, durch grösere Belastung eingesenkte Kähne, deren Seiten mit noch tiefer eintauchenden Pfosten bekleidet sind, mehr zur Ablenkung des Stromes, — werden angewendet.

(Ueber dergl. andere Stau-Kästen und Flösse s. Nachrichten von den 1778 bis 1781 im Donaustrudel vorgenommenen Arbeiten; Wien 1781. S. 19. und J. Schemerl, Abhandlung über Schiffbarmachung der Ströme. Wien 1788. S. 176. u. s. f.)

Ohngeachtet dass eine solche Vorrichtung das Wasser hinter sich sehr ruhig macht, so vermag sie doch nicht allemal einen anderen Uebelstand zu verhüten: nehm-

Digitized by Google

lich das Einspülen von Sand und Schlamm in die Bohrlöcher während des Bohrens und bis zum Besetzen.

Das nächste vorgeschlagene und auch wirklich versuchte Mittel dagegen ist eine, in die dazu trichterförmig ausgebohrte Mündung des Bohrloches dicht einzusetzende blecherne oder selbst hölzerne Röhre, von etwas mehr lichter Weite als das Bohrloch selbst hat, welche bis über den Wasserspiegel hinaufreicht und durch welche der Bohrer hinabgeht.

Wenn jedoch dieselbe nicht ganz dicht an das Gestein anschliesend erhalten werden kann, — was am wenigsten während des Bohrens selbst möglich ist, — so dringt der Sand nach wie vor ein. Noch viel weniger kann daher das, ebenfalls angerathene, Schlagen von Letten-Dämmen selbst bei ganz niedrigem, stillstehenden Wasser ausreichen.

In tiefem Wasser endlich muss das Bohren unter einer Taucherglocke erfolgen, deren Einrichtung, als eines hierzu nur gelegentlich benutzten Hülfsmittels, nicht hierher gehört. Ueber das Verfahren dabei vergl. u. A. Brewster, Edinbourgh philosophical journal, vol. V. (1821.) p. 13.

§. 40. Das Bohren mit Maschinen. — Die Schwierigkeit und Schwerfälligkeit des Bohrens mit der Hand legte natürlich schon häufig den Gedanken sehr nahe: diese Arbeit, gleich anderen Handarbeiten, durch Maschinen zu unterstützen. Gerade sie schien sich am mehrsten dazu zu eignen, als eine längere Zeit hindurch eine und dieselbe Bewegung in derselben Stellung erfordernd. Natürlich könnte dabeï nur das Schlagen, die Führung des Fäustels, nicht aber auch das Setzen beabsichtigt werden, weil dieses ebenso wie beim Erdbohren im Grosen, keine blos mechanische Bewegung, sondern Ueberlegung in jedem Augenblicke erfordert. Dennoch zeigt eine nähere Betrachtung sogleich, dass auch hier die Anwendung von mechanischen Hülfsmitteln wenigstens in der Grube und bei der gewöhnlichen Anwendung des Schiesens wegen der Beschränktheit des Raumes, der höchst verschiedenen Richtung, in welcher

Digitized by Google

gebohrt werden muss, endlich und vornehmlich wegen so häufiger, gleichzeitiger Wiederholung dieser Arbeit, welche die Anschaffung von Hunderten von dergleichen Maschinen, oft schon auf einer einzelnen Grube, nöthig machen würde, unausführbar wäre.

Zu Maschinen dieses Zweckes gehört u. A. die von dem Kunstmeister Gainschnigg in Salzburg erfundene, welche nach Schroll's Mittheilungen (in v. Moll, Annalen der Berg- und Hütten-Kunde Bd. II. (1803.) S. 337.) nur durch einen Jungen betrieben, viel schneller als ein Häuer arbeiten sollte; sie scheint indess nicht in allgemeinere Anwendung gekommen zu seyn. Ferner auch die in neuester Zeit von Brunton in England ausgesprochene Idee (S. Bergwerksfreund, Thl. VIII. (1844.) S. 300.) einen Hammer (als Bohrfäustel) durch comprimirte Luft zu bewegen, welche in einem entfernteren Theile der Grube durch eine Luftpumpe zusammengedrückt und durch eiserne Röhren nach dem Punkte des Bedarfes hingeführt werden sollte, wo sie den Hammer (200 Mal in der Minute,) bewegen, und zugleich durch ihr Ausströmen Wetterzug erzeugen soll.

Die Auffindung einer praktisch brauchbaren Ausführung dieser bis jetzt nur hingeworfenen und unausgearbeiteten Idee bezeichnet zwar Brunton als „ganz leicht"; jeder mit dem Bergbaue auch nur Bekannte sieht aber sogleich, dass sie, durch welche jene Idee gleich vielen anderen eben so leicht zu fassenden, erst einen Werth bekommen würde, das schwierigste, und eine Möglichkeit, sie für die gewöhnlichen Schiesarbeiten wirklich nutzbar zu machen, nicht abzusehen ist; wolle man nur an das Einzige denken, dass die vielen in einer Grube nöthigen Windhämmer zu jeder Zeit an jeden beliebigen oft sehr unzugängigen Punkt, in jede beliebige Stellung gebracht werden und doch in steter Verbindung durch lange luftdichte Röhrenleitungen mit einer oder auch an einigen entfernten Punkten aufgestellten Maschinen erhalten werden sollen.

Alle, natürlich möglichst einfache, Bohrmaschinen möchten noch am allerersten in Tagbauen, in Steinbrü-

Digitized by Google

chen, bei Strasen- und Wasser-Bauen anwendbar seyn, wo 1) hinreichender Raum vorhanden ist, 2) das Schiesen mit einzelnen grosen Bohrlöchern, starken Ladungen, 3) das Bohren vorzugsweise in saigerer Richtung von oben nach unten erfolgt, wozu man dann leicht einfache Rammen, oder höchstens, bei geneigter Richtung, Hämmer an Helmen anwenden kann, welche letztere um Arme drehbar sind, wie beide dergl. u. A. in den: Erfahrungen und Ideen aus dem Gebiete des Wasserbaues und der Mechanik v. N. V. S. 5. und 6. angegeben sind.

§. 41. So wie hinsichtlich des Bohrens mit Maschinen, so ist auch schon ein und das andere Mal der Vorschlag aufgetaucht, diese Arbeit durch chemische Mittel zu erleichtern.

Zu diesen Vorschlägen gehört der von Prideaux (in English, Mining review, vol. IV. (1838.) p. 114.) Er beruht auf der Anwendung des Knallgasgebläses. Eine Vereinigung zweier abgesondert erzeugter Ströme von Wasserstoff und Sauerstoff oder, wie Prideaux für diesen Zweck für hinreichend hält, von aus Steinkohlen oder Turf entwickeltem Kohlenwasserstoff und Luft, soll angezündet und so auf das Gestein geleitet werden, dass die Ausströmungsöffnung beliebig fortgerückt und von der anzugreifenden Bodenfläche des Bohrloches in 3 bis 4 Zoll, oder überhaupt derjenigen Entfernung gehalten werden soll, bei welcher die Wirkung der Flamme die kräftigste ist. Um keinen störenden Rückprall zu erzeugen, soll die Flamme nicht rechtwinklich gegen die Mitte, sondern etwas schräg gerichtet seyn. In zwei Minuten soll das härteste Gestein rothglühend seyn, sodann mit Wasser begossen und dadurch zerreiblich und für das Gezäh leicht angreifbar werden.

Selbst wenn diese Idee zu wirklicher Anwendbarkeit ausgebildet würde, so dürfte sich doch, — auch abgesehen von der Umständlichkeit der Vorrichtung, die Handarbeit zwar wirklich erleichtern, jedoch das Bohren nicht beschleunigen, (bei P's Versuchen erstreckte sich die Wirkung des Brennens von 2 Minuten nur auf ¼ Zoll Tiefe) übrigens viel theurer machen.

Digitized by Google

Ein anderes, wirklich angewendetes, chemisches Hülfsmittel besteht in der Salzsäure. Da jedoch deren Anwendung zugleich mit einer anderen Abänderung verbunden war, so muss davon im folgenden §. gehandelt werden.

§. 42. Schon v. Humboldt hatte im J. 1795 den Vorschlag gethan: zur Verstärkung der Wirkung der Schüsse die Bohrlöcher oben eng und unten weiter herzustellen. Diese Gestalt, welche jedenfalls auf die Festigkeit des Verschlusses, somit die Wirkung des Schusses von sehr günstigem Einflusse seyn würde, hätte aber bei der gewöhnlichen Art des Bohrens sehr viel Schwierigkeit gehabt, weil man entweder um eine ganz flaschenförmige Gestalt zu erlangen, nach erfolgter Herstellung eines cylindrischen Bohrloches dasselbe durch excentrische Führung des Bohrers, (in der Umfläche eines Kegels, dessen Spitze in der Mündung zu denken wäre,) zugleich beim Vertiefen hätte erweitern müssen, oder nach v. Humboldt's Vorschlage, dasselbe nur in einem Durchschnitte, nach zwei entgegengesetzten Richtungen dadurch weiter dargestellt, dass man erst ein Bohrloch — Taf. VIII. Fig. 19. — a, in etwas schräger Richtung, hierauf ein zweites b, in derselben Neigung, jedoch nach entgegen gesetzter Seite, gebohrt und endlich den Keil c herausgearbeitet hätte.

In anderer Weise hat in neuester Zeit der Ingenieur Courberaise in Frankreich dergleichen flaschenförmige, wie es scheint sehr grose, Bohrlöcher beim Sprengen von Kalkstein dargestellt.

Derselbe, (Vgl. Dingler, polyt. Journal, Bd. XCIV. (1844.) S. 433.) bohrt erst ein 1,5 mètr. tiefes Loch cylindrisch, mit gewöhnlichen Bohrern, giest in solches ein Gemenge von 1 Volumen Salzsäure von 1,2 spec. Gewicht und 2 Vol. Wasser. Diese Flüssigkeit tritt gröstentheils als Schaum zum Bohrloche heraus. Sodann giest er, nach erfolgtem Reinigen, ein Gemenge von 1 Vol. Säure auf 1 Vol. Wasser in drei Absätzen von Viertelstunde zu Viertelstunde ein, lässt dann das Ganze 2 Stunden ruhen und räumt das Loch aus; so

fährt er acht Tage lang fort, bis das Bohrloch gros genug und vielmals erweitert ist.

Die Herstellung eines Fassungsraumes von 0,001 cub. mètre kostet ihm mit dem gewöhnlichen Bohrer 1,5 bis 2 francs, durch die Säure hingegen höchstens 1,2 Fr. Er verbraucht höchstens doppelt soviel Salzsäure als der davon aufgelöste Kalkstein Gewicht hat; (dieser von 2,7 spec. Gewicht.)

Das Anfüllen des Bohrloches erfolgt mit kupfernen Trichtern bis auf ⅔ der Bohrlochstiefe, das Ausschöpfen mit kupfernen Eimerchen mit Bodenventilen, von 0,12 bis 0,5 m. Höhe, die an Fäden eingehängt werden.

Die Flüssigkeit wird allemal erst dann wieder herausgeschafft, wenn sie gesättigt ist, was sie dadurch zeigt, dass sie, auf das Gestein gegossen nicht mehr braust.

Der fertige Pulversack wird zuletzt mit Werg ausgetrocknet.

§. 43. Das L a d e n und B e s e t z e n nach gewöhnlicher Weise, mit Lettenbesatz oder mit Schiesgrant hat im Einzelnen mehrere Verschiedenheiten. Das gebräuchlichste Verfahren war und ist bis jetzt folgendes:

Nachdem das Loch bis auf die gehörige Tiefe abgebohrt ist, wird es vollständig gereinigt; ist es nass gebohrt worden, so wird es durch wiederholtes Eingiesen von Wasser mit Hülfe des in dem Oehre des Krätzers befestigten Bohrhaders oder wohl auch eines Wergbüschels ausgewaschen und ausgewischt, und sodann mit ein Paar Schauern ohne Wasser trocken gebohrt. Das dabei herumstäubende Bohrmehl saugt die Feuchtigkeit vom Gesteine auf und wird nachher mittelst des gereinigten und ausgedrückten Lappens wieder ausgewischt.

Hierauf wird das Pulver eingebracht; bei der früher allgemeinen und noch jetzt gewöhnlichsten Weise des Besetzens mit Schiesnadel muss schon der Sicherheit wegen das Pulver durchaus in eine Papierpatrone eingeschlossen werden, mag dieselbe den Vorurtheilen der Arbeiter noch so wenig entsprechen; nur soll dieselbe das Bohrloch genau ausfüllen. Sie verhütet das Ver-

Digitized by Google

zetteln des Pulvers, so wie dass von letzterem beim freien Einschütten Staub oder Körnchen an den Bohrlochswänden hängen bleiben und das Feuer von etwa beim Besetzen gerissenen Funken zu der Ladung hinabtragen.

Die Patrone wird an die Schiesnadel angespiest und mit eingeschoben. Die Nadel ist vorher mit Talg oder auch, weniger gut, mit Oel zu bestreichen, damit sie ohne grose Reibung gezogen werden kann; sie ist ferner bis in die halbe Länge der Patrone einzuschieben. Die Entzündung des Pulvers hat nehmlich bei jeder Art des Besetzens von der Mitte aus zu beginnen, damit sie sich nach oben und unten gleichzeitig und schnell der ganzen Masse mittheilt, wogegen, wenn sie von einem Ende, dem oberen oder auch unteren, beginnt, bis zur vollständigen Entzündung der ganzen Ladung eine längere Zeit verstreicht, dadurch auch die Wirkung geringer wird, insbesondere im ersten Falle, beim Beginne von oben, der Schuss oft über dem Pulversacke abhebt. Obschon nun das Pulver beim Besetzen nicht stark zusammengeschlagen werden darf, so bleibt doch in demselben beim nachmaligen Ziehen der Nadel eine Art Canal offen, mindestens durch lockeres Pulver gebildet, durch welchen die Entzündung gleich in die Mitte der Ladung übergetragen wird.

Endlich muss auch das Oehr der Räumnadel gleich so gestellt werden, dass man sie nachher zum Ziehen gut fassen kann.

Gewöhnliche Räumnadeln werden natürlich an der Umfläche der Patrone und des Bohrloches eingesetzt, mit noch mehr Sicherheit und besser für die Entzündung, jedoch auch mehr Schwierigkeit beim Besetzen verbunden, sind aber die in der Mitte einzusetzenden. (S. §. 20. S. 383.)

Wird aber das Pulver nur lose, ohne Patrone, oder höchstens mit Hülfe einer Wechselpatrone (S. §. 28. S. 436.) eingeschüttet, so ist dasselbe zu beobachten. In diesem Falle befolgen viele Häuer bei nicht ganz saiger stehenden Bohrlöchern gern das Verfahren: die Na-

Digitized by Google

del allemal am Hangenden des Bohrloches einzusetzen, weil dieses noch mehr von Pulverstaub frei bleibt, als das Liegende, daher hier die Gefahr des Feuerreissens geringer ist. Andere hingegen wollen die Nadel allemal auf diejenige Seite gesetzt wissen, wohin der Schuss werfen, weil nach der Seite der ersten Entzündung hin die Wirkung am stärksten seyn soll. Diess ist ebenfalls nicht ohne Grund, nur stehen beide Regeln zuweilen mit einander im Widerspruche.

Hat endlich das Bohrloch etwa an einer Stelle einen durch ungleich groses Geböhr gebildeten Absatz und zwar wie gewöhnlich an einer Stelle des Umfanges mehr als an der anderen, so mag man auch dahin die Nadel zu setzen vermeiden, weil sie hier durch das Besetzen stark angepresst, wohl selbst gebogen, beim Ziehen stärker gerieben wird.

Wenn auf die Ladung ein hölzerner Pfropf kommt, der bei dem gewöhnlichen Verfahren ohnstreitig die mehrste Sicherheit gewährt, so wird dieser zurecht geschnitten, mit der Spur an die Nadel angesteckt und mit dem Stampfer hinabgeschoben. Er darf weder zu klein seyn, weil er sonst ringsum zwischen sich und den Bohrlochswänden zuviel Zwischenraum lässt, daher das Pulver weder vor der Zusammendrückung noch vor der Entzündung sichert, noch auch zu gros, weil er sonst nicht ganz hinabgeht, freien Raum unter sich lässt, der bei festem Gestein doch immer die Wirkung des Schusses vermindert, (S. §. 49.) oder im unglücklichsten Falle die Luft darunter so stark zusammendrücken würde, dass selbst dadurch Entzündung eintreten könnte.

Dieses Zuschneiden wird um so schwieriger, je mehr das Bohrloch unten enger zuläuft, und ist eine hauptsächliche Ursache der Abneigung der Häuer gegen Pflöcke. Wird hingegen ein Pfropf von Papier, altem Bergseil, Moos oder weichem Letten aufgesetzt, so ist weiter nichts zu beobachten, als dass erstere so weit angefeuchtet werden, dass sie sich leicht an die Bohrlochswände und an die Räumnadel dicht anschliesen, ohne doch das Pulver anzufeuchten. Von ihren Mängeln, be-

Digitized by Google

sonders dem, dass sie das Pulver nicht vor Zusammendrückung schützen, ist schon oben §. 29. gesprochen worden, sowie von dem Nutzen der Seilfäden und des Mooses, das Bohrloch von etwa anhängendem Pulverstaube reinzukehren; letzteres kann übrigens auch mit einem an den Krätzer befestigten Wergpfropfen geschehen.

Am schlechtesten ist trockner Letten oder überhaupt die unmittelbare Aufbringung des Schiesgrantes auf das Pulver, ohne Pfropf, vollends wenn letzteres ohne Patrone eingefüllt ist, weil sich dann der Besatz in das Pulver eindrücken muss, sowie endlich auch ein bloses Papierblättchen nutzlos ist.

Auf den Pfropf kommt der eigentliche Besatz. — Der trockne Letten als das beste Besatzmittel, *) wird in kleinen Stücken auf den Pfropf gebracht, soviel auf einmal, dass er etwa 1½ bis 2 Zoll Höhe abgiebt; der erste Besatz wird nur mit dem Stampfer leicht zerdrückt, ja nicht zusammengeschlagen, weil bei ihm die Gefahr des Feuerreissens und des Zutrittes der Funken zu dem Pulver noch am grösten ist, auch durch ein starkes Aufschlagen das Pulver ebenfalls fest zusammengedrückt werden würde. Letzteres muss nehmlich für eine möglichst schnelle Entzündung und gröste Wirkung im Bohrloche ganz locker liegen und es ist ein geradezu sinnloses Vorurtheil, mag sich dasselbe auch hier und da noch über die Classe der Häuer hinauf erhalten haben: dass das Pulver desto mehr wirke, je fester es zusammengeschlagen sei, daher von Solchen nicht nur der erste Besatz, sondern sogar schon vor dessen Aufbringung, das Pulver selbst, fest zusammengestampft wird. Ur-

---

*) Hier muss nachträglich eine eigentlich zu §. 30. gehörige Bemerkung eingeschaltet werden, nehmlich dass nach der §. 2. S. 329. mitgetheilten Notiz aus den freiberger Ausbeutbögen vom Jahre 1715, in Sachsen die Lettenbesetzung schon wenigstens vor 1685 angewendet worden seyn müsste, was mit dem Anführen der ersten Erfindung auf dem Harze nicht zusammenpassen, vielleicht Zumbe sogar nur als Denjenigen erscheinen lassen würde, der diese Weise zuerst auf dem Harze einführte.

sprünglich mag diess vielleicht daher gekommen seyn, dass die Arbeiter den leeren Raum um die Patrone herum durch Zusammendrücken der letzteren auszufüllen suchten, oder auch von der unklaren Absicht ausgingen, die Ladung auf einen kleinsten Raum zusammen zu drängen, was ebenfalls an sich richtig ist, nur aber nicht durch Zusammenschlagen des Pulvers bewirkt werden muss.

Ziegel- und feste Gestein-Stücke sind somit für diesen ersten Besatz am unpassendsten, weil sie ohne gröseres Kraftmoment gar nicht zerkleint werden können, daher nur eine lose Anhäufung ohne alle Widerstandsfähigkeit bilden, welche sich nirgends dicht anschliest, desshalb höchstens durch darunter, zunächst über dem Pfropfe, und in einzelnen Lagen zwischen dem Besatze eingebrachtes Ziegel- oder Bohr-Mehl, Letten u. dergl. mehr befestigt und geschlossen werden kann. Dasselbe würde bei dem hier und da gebräuchlichen Besetzen mit Bohrmehl rathsam seyn, welches ebenfalls an und für sich nicht bindet.

Die zweite Schicht des Besatzes — oder Bund — wie sie auch genannt wird, — kann schon durch mäsige Schläge befestigt, die folgende mit noch stärkeren, und so fort, der oberste Theil aber mit den stärksten Schlägen fest gerammt werden.

Während dessen ist die Räumnadel von Zeit zu Zeit zu ziehen, sowie der Besatz um einige Zoll höher gestiegen ist, (alle Zolle oder gar halbe Zolle, würde unnöthig, ja sogar nachtheilig seyn, weil es eher den Besatz locker macht,) steckt der Häuer dazu den Stampfer oder auch wohl einen Bohrer durch das Oehr der Nadel und rückt sie durch von unten auf jenen geführte Fäustelschläge. Wollte man sie ganz in den Besatz einladen und erst zuletzt mit einem Male ziehen, so würde sie so fest in den Besatz eingeklemmt und an das Gestein angedrückt werden, dass sie einer starken Reibung unterliegend nur mit der allergrösten Kraftanstrengung gezogen werden könnte, sehr leicht Feuer reissen, ja wohl abreissen könnte; übrigens würde

Digitized by Google

dann nicht nur die Zündspur weiter, sondern könnte auch leicht durch dabei abgerissene Brocken des Besatzes verstopft werden, während sie durch das allmälige Rücken nur eben die Stärke des untersten Endes der Nadel zur Weite bekommt.

Noch weit schlechter aber ist das Verfahren, die Nadel gar nicht gleich anfangs in den Besatz einzusetzen, sondern mit letzterem das Bohrloch ganz vollzustampfen und dann erst die Nadel von oben einzutreiben. Hierbei ist der Widerstand am grösten, die Spur wird leicht unregelmäsig, die Nadel zerbrochen oder gekrümmt, manchmal wohl selbst bis auf den Boden des Bohrloches hinabgetrieben und dort umgebogen, worauf sie dann beim Zurückziehen die Spur noch mehr auf und selbst wohl am Gestein Funken reisst. Dieser Misbrauch ist daher auf das Strengste zu untersagen und zu strafen. *)

Ein Drehen der Nadel, während des Ziehens, wie es Einige anempfehlen, ist zwar recht zweckmäsig, um die Spur rund zu erhalten, aber nur nach jedem Ziehen möglich, weil die Nadel zu schwach ist, um vor dem Ziehen, durch die Reibung an ihrer Umfläche festgehalten, eine Drehung um ihre Axe auszuhalten.

Ehe das letzte Stück der Nadel aus dem Besatze herausgezogen wird, muss sie auf letzterem ringsum mit weichem Letten umstrichen, derselbe dicht angestrichen werden; auch füllt man mit jenem wohl die ganze Bohrlochsmündung aus, damit nichts in die Spur hinein bröckelt.

Die Abänderung, welche das Verfahren bei der Anwendung der Fournet'schen, in der Mitte des Besatzes einzusetzenden, Nadel und des zugehörigen Stampfers erleidet, wodurch übrigens die Sicherheit sehr vergrösert wird, bedarf nach der in den §.§. 19. 20. gegebenen Beschreibung dieser Gezähe keiner weiteren Erklärung. Ebenso wenig bedürfen andere geringe Ab-

*) S. die darüber für den sächs. Bergbau bestehende Verordnung v. 23. April 1836, in dem Kalender für den sächs. Berg- und Hütten-Mann Jgg. 1838. S. 98.

änderun en im Besetzen, je nach der Art der Besatzmittel im Einzelnen hier nach dem in §. 30. darüber Gesagten, einer nochmaligen Erwähnung.

Von der Spangenberg'schen Besetzungsweise mit weichem Letten und hölzerner Räumnadel (S. §.§. 20. 30. und Gilbert, Annalen der Phys. Bd. LVI. (1817.) S. 61.) gilt dasselbe, nur dass hier auf den weichen Lettenbesatz noch ein Holzpflock gesetzt wird, welcher demselben erst seine gehörige Festigkeit und volle Wirkung geben soll.

Sollte nun ein so besetztes Bohrloch nicht gleich weg gethan werden, so ist die Mündung der Zündspur mit einem Pflöckchen zu verschliesen, damit weder Wasser hineinlaufen, noch irgend ein Gesteinskörnchen sie verstopfen, noch auch endlich zufällig Feuer hineinfallen könne. Indess ist es selbst bei dem trockensten Gesteine nicht rathsam, ein geladenes Bohrloch einige Zeit stehen zu lassen, sei es auch nur, weil das Pulver aus dem Gesteine stets etwas Feuchtigkeit anziehen wird.

Die endliche Vorbereitung bis zum Wegthun erfolgt dadurch, dass nach der älteren Weise die Zündspur mit Pulver ausgefüllt, oder besser nach der neueren in dieselbe ein hohler Schilfzünder, oder eine Zündruthe, selbst eine Zündschnur hineingesteckt wird. Weil vorzugsweise die hohlen Zünder einen langen Feuerstrahl aussenden, so brauchen dieselben nicht bis auf das Pulver hinabzureichen, sondern sie werden noch etwas über die Mündung herausragend in derselben mit weichem Letten eingeklebt, besonders bei mehr saigeren, ab- oder aufwärtsstehenden Löchern. Bei dergl. tiefer abwärtsstehenden hat man sie auch an einem Pferdehaar in die Spur eingehängt und das Schwefelmännchen länger, bis zu ihnen hinabreichend gemacht, indessen ist dies etwas unsicher. Uebrigens steckt man auch wohl zwei Zünder aufeinander. *)

---

*) Hohle in die Spur eingehängte Zünder, reichen in Plymouth

Spitze Dütchen werden meist nur oben in der Mündung der Spur eingesetzt; dass man eine Reihe von solchen auf einander steckt, wie in den Gipsbrüchen von St. Léger in Frankreich (vergl. Annales des mines, 1. sér. t. VII. p. 413.) möchte ausserdem nicht oft vorkommen.

Hohle Schilfzünder sind vorher zu prüfen, ob sie Luft haben, indem man hindurch bläst; ist diess nicht der Fall, so kann man sich durch Aufspalten derselben helfen.

Bevor der Zünder eingesetzt wird, ist das Schwemännchen daran zu befestigen. Die Länge desselben wird nach der Dauer bemessen, wie lange es brennen soll, ehe es den Zünder erreicht, und die so gros seyn muss, dass sich der Häuer mittlerweile in Sicherheit bringen kann; jedoch berücksichtigt man dabei etwaige Feuchtigkeit im Bohrloche, bei deren Vorhandenseyn man, um ihr weniger Zeit zu lassen das Pulver zu ergreifen, kürzer ansteckt, d. h. das Schwefelmännchen kürzer macht.

Nachdem er gebäht ist, wird er mit dem einen Ende entweder in das obere Ende des Zünders der Länge nach eingesteckt und mit dem noch weichen Schwefel angeklebt oder in das dazu aufgespaltene Ende von der Seite her eingeklemmt. Letzteres ist besser, weil der Zünder dabei nicht verstopft wird und man dem Schwefelmännchen eine beliebige Richtung geben kann. Dasselbe muss nehmlich horizontal oder selbst aufwärts gerichtet, ferner nach derjenigen Richtung hin gewendet seyn, nach welcher der Wetterzug geht; alles, damit es nicht schneller fortbrennt als es soll.

In Dütchen und Zündruthen klebt man es an, umwickelt wohl auch letztere ein paar Mal damit. Ebenso befestigt man Dochte, Papierstreifen und andere unzulängliche Zündmittel. Das Anzünden mit Schwamm, was sich noch hier und da findet, ist eine schlechte, unzuverlässige Weise, noch mehr das mit faulem Holze.

---

bis zu 21 Fus tiefen Löchern hin. (Vergl. English, mining review, vol. IV. (1838.) p. 96.)

Digitized by Google

Die Besetzung mit dem Schiesröhrchen wurde nach der alten Art oder wird noch jetzt, da wo sie bei besonders tiefen Löchern noch in Anwendung kommt, entweder so bewirkt, dass man das Schiesröhrchen mit Pulver füllt und in die Patrone einbindet oder, wo das Pulver frei eingeschüttet wird, in dieses einsetzt; oder es wird, um das Zerdrücken während des Besetzens zu verhüten, das hölzerne Schiesröhrchen leer, jedoch mit hindurch geschobener Räumnadel eingesetzt, worauf das Besetzen auf die gewöhnliche Weise erfolgt, die Räumnadel sodann gezogen und in das Röhrchen Pulver gefüllt oder ein Zünder eingesetzt. Letzteres Verfahren bildet sonach den unmittelbaren Uebergang in das neuerlich wieder aufgenommene.

Uebrigens wurde ehemals auch wohl noch um das obere Ende des Schiesröhrchens oder des eingehängten Zünders herum ein Pfännchen von Letten gemacht und mit Pulver gefüllt, und dieses erst durch das Schwefelmännchen angezündet. (Vergl. Otia metallica, Bd. II. (1751.) S. 70.) Manche sind der Meinung, dass bei der Anwendung von dergl. Schiesröhrchen der Besatz fester werde. (?) Gefüllte Schiesröhrchen sind übrigens ebenso wie gefüllte Zünder, in aufwärts sehenden Löchern nicht wohl anwendbar.

Bei der jetzigen Besetzungsweise mit dem Schiesröhrchen wird in die bis auf ¾ ihrer Länge gefüllte Patrone ein Schiesröhrchen von geradem, in den Knoten durchstosenen und ausgeriebenen Schilfe von der erforderlichen Weite bis auf das Pulver, also ¼ der Tiefe, eingesetzt, nachdem zuvor die ebenfalls mit Talg oder Oel bestrichene Schiesnadel hindurch gesteckt worden, nun die Patrone vollends gefüllt und das Papier derselben oben über und an die Nadel gebogen. Wird die Patrone ganz weg gelassen, so beobachtet man doch dasselbe Verfahren beim Einsetzen in das frei eingeschüttete Pulver.

Auf die Patrone — oder das Pulver — wird ein Moospfropf von nicht ganz trockenem Moose (S. §. 29.) gesetzt, welcher die in letzterem Falle etwa noch an

den Wänden des Bohrloches hängen gebliebenen Pulverkörner beim Hineinschieben mit abkehrt, auch der etwa unter ihm eingeschlossenen Luft gestattet zu entweichen. Hierauf wird auf die gewöhnliche Weise mit Letten besetzt.

Die Nadel braucht während des Besatzes nicht gerückt, sondern erst zuletzt auf ein Mal gehoben zu werden, weil sie in Folge der geringen Reibung an der Innenfläche des Rohres sehr leicht geht, (sie ist desshalb auch ziemlich cylindrisch,) worauf ein hohler Schilfzünder, auf die gewöhnliche Weise in dem Schiesröhrchen befestigt wird; sollte es an Raum fehlen, so wird aus dem Zünder der Länge nach ein Theil herausgesprengt oder auch dafür eine Zündruthe eingesetzt.

Dieses Verfahren beseitigt 1) die Gefahr beim Besetzen fast ganz, weil die Nadel ausser aller Berührung mit der Gesteins- und Besatz-Masse erhalten wird, was durch das ebenfalls schon früher versuchte Umwickeln der Nadel vor dem Einsetzen, mit Bast, Papier, Garn u. dergl. keinesweges so vollkommen zu erreichen, wodurch hingegen eine andere Gefahr: des Fortglimmens dieser Stoffe nach etwaigem Abschlagen des Zünders, nahe gelegt ist; 2) wird dabei die Nadel nicht leicht angeladen d. h. so fest an das Gestein angedrückt, dass man sie kaum ziehen kann, daher auch nicht leicht dadurch zerrissen; 3) kann sie von Eisen statt von Kupfer oder dergl., sonach fester und dennoch dünner, also eine engere Spur lassend, dargestellt werden; 4) ist diese Besetzung leichter und schneller, besonders dadurch, dass das Zuschneiden der Pfropfen und das abwechselnde Unterbrechen des Besetzens, um die Räumnadel zu ziehen, wegfällt; 5) sogar wohlfeiler als die oben beschriebene gewöhnliche, sowohl wegen der wohlfeileren Moos- gegen die Holz-Pfröpfe, als auch wegen der geringeren Abnutzung der an sich schon minder kostspieligen eisernen Räumnadel, gegen welche Ersparniss der Mehraufwand durch Schiesröhrchen weit und am meisten da zurück tritt, wo man ohnehin Schilfzünder braucht, daher genug stärkeres Schilf davon übrig bleibt;

Digitized by Google

6) schützt das Schilfröhrchen den Zünder vor Nässe; 7) kann die Zündspur nicht von dem Besatze verstopft werden, während sie doch 8) sogar enger bleibt.

Die theilweis schon oben bezeichneten Einwände sind die: 1) dass, wenn das Schiesröhrchen gegen die Räumnadel zu weit ist, es beim Besetzen leicht zerdrückt, dann aber die Besetzungsweise wegen der eisernen Nadel desto gefährlicher wird; 2) dass das Röhrchen auch dann leicht zerdrückt werden kann, wenn es, sammt der Nadel, an einem etwaigen Absatze im Bohrloche anliegt; 3) dass es beim Abschlagen des Zünders fortglimmen könne.

Ersteres ist aber schon durch ein äusserst geringes Mas von Vorsicht und gutem Willen von Seiten der Grubenverwaltung und der Häuer bei der Auswahl passender Stücke Schilf, sowie der Berücksichtigung dessen, dass ein etwa engeres Ende nicht nach oben gesetzt und aufgesteckt wird, leicht zu verhüten, Absätze im Bohrloche sind aber unter allen Umständen und bei jeder Art des Besetzens unstatthaft und werden übrigens selten ringsum laufen. Das Fortglimmen endlich ist bei rein ausgearbeiteten Röhrchen nicht zu befürchten.

(Vgl. über dieses Besetzen den Kalender für den sächs. Berg- und Hütten-Mann Jgg. 1844. S. 134.) *)

Das Besetzen mit Sicherheitszündern ähnlich dem mit gefüllten Schiesröhrchen und von gleichem Zwecke, bedarf nach dem was §. 31. über dieselben gesagt worden ist, keiner weiteren Erläuterung.

Die Zünder werden 2 bis 3 Zoll tief in das Pulver eingesetzt, besser wäre es bis in die halbe Tiefe der Ladung, wenn diess bei ihnen etwas nützen könnte und nicht die Entzündung dennoch eher erfolgte, — auf irgend eine, freilich ohne Schwierigkeit beim Besetzen durch einen Mann nicht recht vollständig zu bewir-

*) Seit der Einführung dieser Besatzmethode ist auch wirklich in dem freiberger Revier eine Verminderung der Verunglückungen durch Schiesen eingetreten.

Digitized by Google

kende Weise angespannt erhalten und der Besatz auf gewöhnliche Weise eingebracht; am einfachsten wäre es vielleicht nach Masgabe der §. 31. S. 470. als in Mexico wohl bei gewöhnlichen Zündern gebrauchten Weise, den Sicherheitszünder an ein Holzstäbchen zu binden und dieses mit einzusetzen, obschon dadurch der Besatz lockerer würde.

Endlich ist noch für das Besetzen überhaupt zu bemerken, dass wenn an dem Punkte an welchen das Bohrloch angesetzt ist, viel Wasser hereinkommt, oberhalb desselben, über der Mündung, auf dem Gestein ein kleiner Lettendamm zu schlagen ist um das Wasser abzuhalten. In gleicher Weise kann von oben herabfallendes Wasser von dem Schwefelmännchen und Zünder durch darüber angelegte Traufenbretter abgehalten werden; zu Obernkirchen wendete man dazu eigene Schirme von gefirnisstem Papier an, welche man, auf Hölzchen geleimt, mit diesen in dem Besatze so befestigte, dass sie das Schwefelmännchen deckten. (S. Hausmann, Studien des götting. Ver. bergm. Freunde, Bd. IV. (1841.) S. 124.)

Schlüsslich mag hier noch die Bemerkung Platz finden, dass in einem Baue, wo mehrere Arbeiter zusammenliegen, natürlich nicht jeder mit dem vollständigen sogenannten Schieszeuge, d. h. Krätzer, Stampfer und Räumnadel, versehen zu seyn braucht, sondern mehrere mit einem, ausreichen, nur darf man nicht zu viele darauf verweisen, (nicht gut über 3 höchstens 4,) am wenigsten wenn sie, was dann ohnehin nicht anders seyn kann, weiter von einander entfernt sind, weil ausserdem Zeitverlust daraus erwächst, die Arbeit, ja sogar die Eintracht leicht gestört wird.

In den bis jetzt beschriebenen, den gewöhnlichen Besetzungsweisen hat man jedoch noch verschiedene Abänderungen versucht, um eine stärkere Wirkung des Schusses zu erlangen, deren wesentlichste im Folgenden beschrieben werden sollen.

§. 45. Das Laden mit gemengtem Pulver.

Schon gegen das Ende des vorigen Jahrhunderts

Digitized by Google

soll beim Sprengen im Kriege von den französischen Minirern gehackte Baumwolle unter das Pulver gemengt und dadurch eine verstärkte Wirkung erlangt worden sein. Auch v. Humboldt soll, (als Bergmeister zu Steben im Baireuthischen) dasselbe Mittel beim Sprengen in der Grube mit Vortheil angewendet haben. Wenn diess gegründet ist, so dürfte dieser Vortheil nur auf der mehreren Lockererhaltung des Pulvers im Bohrloche, somit dessen schnellerer Entzündung beruht haben. Indessen scheint dieses Mittel weniger allgemein bekannt und versucht worden zu seyn.

Auf einer ähnlichen Ursache müsste der sehr gute Erfolg begründet gewesen seyn, den man schon zu Anfange dieses Jahrhunderts dadurch erlangt haben will, dass man mitten in die Pulverladung einen schmalen Streifen Filz oder Pappe hineinsteckte. *)

Weit grösere Aufmerksamkeit wurde aber der zuerst im Jahre 1817 in dem Allgemeinen Anzeiger der Deutschen No. 272. von dem brasilianischen Ingenieur-Major und Berg- und Hütten-Inspector Varnhagen gemachten Mittheilungen zugewendet: (Vergl. Gilbert, Annal. der Phys., Bd. LIX. (1818.) S. 213.) dass er schon bei seiner Ankunft in Brasilien im Jahre 1810 ein Gemenge von Pulver mit dem Mehle der Wurzel einer Pflanze, Jatropha manihot, statt reinen Pulvers in den dortigen Steinbrüchen angewendet gefunden und durch eigene Versuche als sehr vortheilhaft erkannt habe; als ihm jedoch bei dem Baue eines Hüttengrabens im Jahre 1815 dergleichen Mehl gefehlt, habe er dafür Sägespäne angewendet und auch diese so wirksam gefunden, dass 1 Vol. Pulver mit 3 bis 4 Vol. Sägespänen eben soviel als 3 Vol. reines Pulver geleistet hätte.

---

*) Dieses Mittel scheint auch anderwärts bekannt und in Gebrauch zu seyn, wenigstens ist bei Gelegenheit von anderen in England angestellten Schies-Versuchen erwähnt worden, dass die Arbeiter in einem englischen Steinbruche zwei bis drei Stückchen Holz mit in das Pulver geladen hätten, um es locker zu erhalten. (S. Gilbert, Annal. d. Phys. Bd. XXII. (1806.) S. 118.)

Digitized by Google

Sofort wurden nun an mehreren Orten in Deutschland von Bergleuten und Nichtbergleuten Versuche darüber angestellt.

Diese fielen zum Theil günstig, ja auffallend günstig aus. So war nach Blumhof bei den auf einer Eisensteingrube im Hessischen angestellten Versuchen mit 1 Loth Pulver und 1 Loth Buchenspänen soviel geleistet werden als mit 4 Loth reinem Pulver. (Vergl. Karsten, Arch. f. Bergb. u. s. f. Bd. II. (1820.) H. 1. S. 216.) Teubner, zu Blansko in Mähren, fand nicht nur in kurzklüftiger Grauwacke, sondern sogar in festem Sienit, dass 2 Vol. Sägespäne auf 1 Vol. Pulver von sehr guter Wirkung seien. (S. Hesperus, Jgg. 1819. Thl. 1. S. 209.) Dasselbe fanden Andere wie Eichholz zu Walkenried im Braunschweigischen, (S. Karsten, Arch. f. Bergb. Bd. V. (1822.) S. 200.) Frank in Baiern (S. Wolfram, Lehrbuch der gesammten Baukunst, Bd. I. (1833.) S. 167.) Pflüger, zu Solothurn (Vergl. Bulletin des sciences technologiques t. V. (1826.) p. 304.) — Mayer zu Gengenbach im Badenschen erhielt noch eine sehr gute Wirkung von 1 Gew. Thl. Sägespäne auf 2 Gew. Thle. Pulver (Karsten, Arch. f. Bergb. Bd. IV. (1821.) S. 125.) — Schirlitz, bei Versuchen zu Giebichenstein bei Halle, sogar bei demselben Gemengverhältnisse die drei- und vierfache Leistung wie mit reinem Pulver (!) (S. Gilber , Annalen der Physik, Bd. LIX. (1818.) S. 217.) Ja endlich hatte man in dem Revier Essen-Werden in Westphalen selbst gefunden: dass schon die blosen Bestandtheile des Pulvers, Salpeter, Schwefel und Kohle, nach dem Verhältnisse des französischen Jagdpulvers, zusammengesetzt und mit Buchen-Sägespänen gemengt, die gröste Wirkung gäben. (S. Karsten, Arch. f. Bergb. Bd. II. (1820.) H. 1. S. 140.) und fast schien man also dahin gekommen zu seyn, ohne alles Pulver zu schiesen. Geringer stellte sich die Leistung bei anderen Versuchen dar, namentlich zu Tarnowitz in Oberschlesien, wo dieselben am ausführlichsten angestellt, das beste Verhältniss der Späne zu dem Pulver, dem

Digitized by Google

Volumen nach als 1 zu 2, öfter nur als 1 zu 3 erkennen liessen (Vergl. Karsten, Arch. f. Bergb. Bd. I. (1818.) H. 1. S. 150, Bd. II. (1820.) H. 1. S. 127.; Bd. VIII. (1824.) S. 140.) Selb, (S. v. Moll, neue Jahrbücher der Berg- und Hütten-Kunde, Bd. IV. (1821.) S. 267.) fand 1 Gew.-Thl. Sägespäne auf 5 Gew. Thle. Pulver; Ezquerra höchstens 1/10 des Pulvergewichtes Sägespänzusatz, und auch diesen nur auf einer Zinkgrube in wenig festem Dolomit anwendbar. (S. dessen Laboreo de minas. p. 94.) u. s. f. *)

Die Ursache dieser vermeintlichen Vergröserung der Kraft suchten Einige, namentlich im Anfange, in der Entwickelung von — besonders kohlensaurem — Gase und von Wasserdämpfen, welche bei der Verbrennung von Sägespänen Statt finde, daher die Einen anriethen letztere vorher bis zum Bräunlichwerden zu rösten, die Anderen, sie anzufeuchten. (Vergl. in v. Moll, neuen Jahrbüchern der Berg- und Hütten-Kunde, Bd. IV. (1821.) S. 267., — Gilbert, Annal. der Phys., Bd. LXIV. (1820.) S. 107., — Bulletin des sciences technologiques t. V. (1826.) p. 304.) Eine solche Gas- und Dampf-Entwickelung würde aber nur auf Kosten der freigewordenen Wärme und somit der Spannung der unmittelbar aus dem Pulver entwickelten Gase erfolgen können.

Andere stellen daher eine solche Wirkungsweise mit Recht ganz in Abrede **) um so mehr, als andere versuchte Stoffe, wie Hornspäne, Lohe, Färberöthe, Roggen-, Gersten-, Hafer- und Buchwaizen-Spreu, Stroh und Haidekraut, ja selbst Messing-Bohrspähne dieselbe Wirkung gaben. (Vergl. Karsten, Arch. für Bergb. Bd. II. (1820.) H. 1. S. 138; Bd. VIII. (1824.)

---

*) Nach Burat, (A. Burat, géologie appliquée) p. 231. soll das Sägespänpulver auch beim Zersprengen von Petarden (?) nützlich gefunden worden seyn.

**) Sägespäne von grünem Holze und absichtlich angefeuchtete, leisteten bei den Versuchen nicht mehr als dergleichen von trocknem Holze, (Vergl. Karsten, Archiv f. Bergbau, Bd. V. (1821.) S. 201.)

S. 147.) ja Tabaksblätter eine noch grösere. (S. Gilbert, Annal. d. Phys., Bd. LIX. (1818.) S. 117.) Sie suchten dieselbe vielmehr wesentlich darin: dass durch die Sägespäne u. dergl. das Pulver locker erhalten, dadurch eine gleichzeitigere und desshalb vollständigere Entzündung bewirkt, weniger Pulver unverbrannt ausgeworfen werde. Die Späne seien aber desshalb am brauchbarsten, weil sie auch die gleichförmigste Mengung mit dem Pulver gestatteten und desto wirksamer, je wolliger; desshalb nicht zu fein, sondern durch Sieben nur von den gröbsten Theilen befreit, anzuwenden, nur soweit getrocknet, dass sie die anhängende Feuchtigkeit verloren hätten, ohne aber ihr äusseres Ansehen, oder gar ihre Elasticität zu verlieren, daher keineswegs bis zum Braunwerden zu dörren; weiche seien besser als harte; endlich gehörig mit dem Pulver zu mengen und weil sie sich aus der Mengung leicht wieder abscheiden, beim Aufbewahren und Umhertragen nicht in Säcken, sondern in Flaschen zu führen, daher auch das Gemenge nicht durch die Häuer, am wenigsten in der Grube gemacht werden dürfe, sondern vorher in Menge und Vorrath. (Vergl. Karsten, Arch. f. Bergb. Bd. I. (1818.) H. 1. S. 150, — Bd. V. (1822.) S. 199. — Bd. VIII. (1824.) S. 140.) — Hesperus, Jgg. 1819. Thl. 1. S. 209.) — Dingler, polyt. Arch. Thl. III. (1820.) S. 87.)

Die letztere Erklärung könnte, sofern eine günstige Einwirkung statt fände, auch nur die allein richtige seyn.

An sehr vielen Orten fand man aber auch das Gegentheil eines solchen Erfolges, namentlich bei den sehr ausgedehnten, bei dem Erz- wie auch Kohlen-Bergbaue in Sachsen gemachten Versuchen, welche in allen Revieren unter steter und genauester Aufsicht von Beamten, daher von dem Wohl- oder Uebel-Wollen der Häuer ganz unabhängig, ja theilweis sogar unter der Leitung eines dieser Weise sehr günstigen Mannes, des damaligen badenschen Poch- und Wäsch-Steigers, nachher Bergmeisters Mayer, (Vergl. Karsten, Arch. f. Bergb. Bd. IV. (1821.) S. 128.) angestellt wurden.

Digitized by Google

Sie misslangen sämmtlich, auch bei dem Verhältnisse der Sägespäne von ½ Volumen, geschweige denn bei ½ des Gewichtes, des Pulvers, welches doch den ursprünglichen Angaben von Varnhagen und Anderen nach, wenigstens noch etwas leisten müsste, hier aber meistens nur die Ladung zur Zündspur heraussprühen liess. *)

Gleichzeitig wurden übrigens noch Beimengungen anderer Art als Turf, Tannenrinde, Gerstenspreu, Zusätze von Salz (!) und Salpeter u. dgl. versucht, jedoch alle ohne besseren Erfolg.

Bestätigt wurden diese Ergebnisse nachmals, wesentlich durch die von dem Bergmeister Thürnagel zu Tarnowitz nach 2½ jähriger (übrigens auch nachher, der dortigen Verhältnisse wegen als passend beibehaltener,) Anwendung des Sägespängemenges nochmals angestellten Versuche. **) (Vergl. Karsten, Arch. f. Bergb. Bd. VIII. S. 140. u. s. f.) Aus ihnen allen scheint mit ziemlicher Gewissheit hervorzugehen: 1) dass eine Beimengung von Sägespänen und ähnlichen Stoffen eine wirkliche Verstärkung des Pulvers nicht giebt, vielmehr nur da eine scheinbare gegeben hat, wo man bis dahin zu stark besetzte, insbesondere, wenn das Pulver an sich stark und ein Ueberladen desshalb desto leichter ist; dass aber da, wo mit einem an sich sehr

*) Da diese in Sachsen erhaltenen Ergebnisse bis jetzt so gut als nicht der Oeffentlichkeit übergeben sind, eine Notiz in dem Kalender f. d. sächs. Berg- und Hütten-Mann auf das Jahr 1835. S. 8. ausgenommen, so möge hier in der Kürze daraus erwähnt werden: dass bei den in Freiberg — am ausführlichsten — und unter sehr verschiedenen Umständen angestellten Versuchen mit ein- und zweimännischem Schiesen, in einer ersten Reihe 50 % keine Wirkung thaten, während beim gewöhnlichen Schiesen mit reinem Pulver diess nur bei höchstens 3 % der Fall ist; in einer anderen Reihe von zusammen 608 Löchern, 266 gut warfen, 271 etwas, 61 gar nicht; 10 gar nicht losgingen.

Bei den angestellten Gegenversuchen leistete durchschnittlich eine eben so grose Ladung von reinem Pulver als im Gemenge enthalten war, für sich eben so viel als jenes.

**) Es wäre zu wünschen, dass überall alle Versuche mit solcher Unpartheilichkeit und Vorurtheilslosigkeit angestellt würden, wie diese letzteren.

Digitized by Google

geringen Pulverantheile im Gemenge eine mehrfach stärkere Wirkung erlangt worden ist, eigentlich das Gestein zur Schiesarbeit gar nicht geeignet war; 2) dass daher ein solches Gemenge noch am nützlichsten bei offen- und kurzklüftigem Gestein, bei Massen von sehr ungleicher, schnell wechselnder Festigkeit, wo das richtige Mas der Ladung in jedem einzelnen Falle schwerer zu beurtheilen ist, desshalb leicht zu gros gegeben wird; dazu bei ungeübten Häuern; in festem, dichten Gestein aber gar nichts damit zu leisten ist; 3) dass die Sägespäne u. dergl. weil sie das Pulver locker erhalten, ein festes Zusammenschlagen der Ladung und dadurch ein nutzloses Hinauswerfen unverbrannten Pulvers verhüten, wodurch da wo die Häuer an jenes Zusammenschlagen gewöhnt sind, eben wieder ein unnöthiger Pulververbrauch veranlasst wurde. *) 4) kann ein solches Gemenge vielleicht da nützlich werden, wo man bei nicht festem, offenem, zerrütteten Gestein, die Wirkung einer kleinen Ladung absichtlich auf einen grosen Raum, eine grose Angriffsfläche ausbreiten will, obschon diess durch Hohlladen (S. §. 49.) wahrscheinlich mit demselben Erfolge erreicht werden könnte; 5) dass es nützlich ist, um die Entwendung von Pulver durch die Häuer einigermasen zu verhüten, theils weil sie dann für dessen Verkauf weniger Abnehmer finden, theils der zugetheilten Menge nichts mehr entnehmen dürfen, wenn sie das Verlangte leisten soll. Freilich gehört dazu, dass ihnen die Möglichkeit vorher nachgewiesen seyn muss, auch mit einer geringeren Ladung dasselbe leisten zu können, was mit der vorher gewöhnlichen gröseren, weil sie sich sonst stets auf die Unmöglichkeit berufen, diese Nachweisung aber bei reinem Pulver wohl ebenso erreichbar ist, als bei gemengten.

---

*) Dass sich bei der gewöhnlichen Besetzungsweise mit Schiesgrant bei der Entzündung einer reinen Pulverladung zwei Schläge als Beweis einer ungleichen langsamen Entzündung, haben hören lassen sollen, wie diess Voit (in Dingler, polytech. Journal Bd. III. Jgg. 1820. S. 89.) anführt, kann wohl nur bei übrigens sehr mangel-

Dahingegen müssen 6) die Bohrlöcher für ein solches gemengtes Pulver, obschon der Raumbedarf nicht ganz eben so gros ist als die Summe des Volumens des Pulvers und der Sägespäne, doch tiefer geschlagen werden als für reines Pulver; 7) versagen die Zünder leicht, um so mehr da sich das Gemenge doch leicht von einander sondert, mehr Sägespäne an einer Stelle gehäuft seyn können; will man aber diesem Mangel durch Aufschütten von reinem Pulver oben auf die Ladung vorbeugen, so muss auch nicht nur die Zündung hier, also weniger zweckmäsig, beginnen, sondern die ganze Besetzung wird auch umständlicher, mehr der Willkühr des Häuers überlassen, welchem man dazu reines Pulver in die Hand geben muss; 8) nach dem etwaigen Abschlagen des Zünders können die Sägespäne noch fortglimmen und den Schuss noch längere Zeit nachher, daher mit groser Gefahr für den sich nähernden Häuer, losgehen lassen; 9) entwickelt sich aus den verbrennenden Sägespänen ein sehr beissender, lange stehender beim Athmen sehr beschwerlich fallender Rauch. Wollen diess auch einige Verehrer dieser Besetzungsweise in Abrede stellen, so liegt es doch zu nahe, dass die Sägespäne nicht spurlos verschwinden, nicht eine chemische Zersetzung der Art erleiden können, dass kein Merkmal ihrer Anwesenheit zurückbleiben sollte.

Desshalb wird gegenwärtig von diesem mit Sägespänen oder auch anderen Stoffen gemengten Pulver nur noch sehr wenig Gebrauch gemacht, ausser in Tarnowitz noch z. B. bei dem Steinsalzbergbaue zu Vic in Frankreich (S. Annales des mines 3. ser. t. VI. (1834.) p. 150.) bei dem Steinkohlenbergbaue bei Leoben, (auf dem Traugott und Florian Stolln) in Steiermark; (S. Tunner, Jahrbuch der montan. Lehranstalt zu Vordernberg, Jgg. 1841. S. 94.) bei dem Kupferschieferbergbaue zu Richelsdorf in Hessen, wenn das

---

haften Verfahren vorgekommen seyn, wenn der erste Schlag nicht etwa der des Zünders war.

Gestein zerrüttet ist. (S. Karsten und v. Dechen, Arch, f. Min. Bd. XVII. (1843.) S. 269.)

Ausser den obengenannten hat man aber auch noch mit anderen Stoffen Gemenge versucht und theilweis nützlich zu finden geglaubt, so z. B. mit Bärlapp-(lycopodium) Samen, Colophonium und Kohlengestübe (S. Karsten, Arch. f. Bergb. Bd. IV. (1821.) S. 130. 131. Bd. V. (1822.) S. 199.) Das letztere, welches ebenfalls von weichen Kohlen mehr geleistet haben soll als von harten, würde übrigens ausser durch Lockererhaltung auch wohl noch durch die Producte seiner Verbrennung, (kohlensaures, oder noch mehr, Kohlenoxyd-Gas,) Einfluss haben, ob aber nützlichen ist mehr als fraglich, indem die Verbrennung doch nur auf Kosten der aus dem Pulver entwickelten Wärme somit gleichzeitig der unmittelbaren Kraft, erfolgen könnte; Bärlappsamen müsste durch seine leichte Entzündlichkeit wirken — ob freilich diess hier wo er die Pulverkörner als Staub umhüllt und sogar die Zwischenräume erfüllt? — gepulvertes Colophonium endlich in ähnlicher Weise so wie etwa durch die Producte seiner Verbrennung.

Uebrigens kam bei Gelegenheit dieser Versuche wieder in Erinnerung, dass in Frankreich schon lange vorher sich die Jäger des Sisymbrium sophia, einer Art Brunnenkresse, bedient haben sollen, um beim Schiesen die Kraft des Pulvers zu verstärken, (S. Bulletin de la soc. d'encourag. XVII. (1818.) p. 71.) und Gilbert, Annal. d. Phys. Bd. XXII. (1806.) S. 116 u. 229.) und dass endlich ebenfalls schon seit langer Zeit die Bewohner von Sumatra zur Verstärkung des Pulvers, Pfeffer darunter gemengt haben sollen. (S. Hesperus, Jgg. 1819. Thl. II. S. 543.)

Ein Zusatz von ganz anderer Art ist gebrannter und ungelöschter Kalk. Nach Baini, (S. Gilbert, Annal. d. Phys. Bd. XXII. (1806.) S. 116.) soll man sich damals in England schon längst zum Schiesen des Pulvers mit ⅕ seines Gewichtes Kalk gemengt, bedient

haben, welcher letztere solange mit ersterem geschüttelt wurde, bis er seine Farbe ganz verloren hatte.

Im Jahre 1819 machte der Oberst Gibbs in Nordamerika wieder bekannt: dass ein Zusatz von ½ frisch gebrannten Kalke, welches Gemenge erst wenig Stunden vor dem Gebrauche gemacht und in einer gut verstöpselten Flasche — jedoch nicht zu lange, — aufbewahrt werden müsse, ebensoviel leiste als das Gewicht des ganzen Gemenges an reinem Pulver. Gibbs war der Ansicht, dass der Kalk in der Art wirke, dass er dem Pulver die Feuchtigkeit entziehe, es trockne, jedoch wenn er zu lange beigemengt sei, dasselbe zersetze, daher schade. (S. Karsten, Arch. f. Bergb. Bd. III. (1820.) S. 179.) Auch Macneil in England wollte von dem Zusatze eines kleinen Antheiles Kalk grosen Vortheil erlangt haben (S. Mining review, vol. IV. (1838.) p. 95.) Die Versuche hingegen, welche man zu Vincennes in Frankreich damit angestellt hat, sind nicht günstig ausgefallen; (S. Annales de chimie et de physique. t. X. (1819.) p. 232.) obschon nun dabei vielleicht nicht alles Nöthige gehörig beobachtet worden war, so fand doch auch der Bergmeister Thürnagel in Tarnowitz bei den damit angestellten Versuchen keine grose Verstärkung und machte überdiess das Bedenken geltend, dass der Kalk noch Feuchtigkeit anziehen könne. (S. Karsten, Arch. f. Bergb. Bd. VIII. (1824.) S. 158.)

Ein Vorschlag anderer Art, dessen Zweck jedoch mit dem der genannten Abänderungen übereinkommt, hat (nach Combes, traité de l'exploitation, t. I. S. 280.) der französische Ingenieuroffizier Leblanc gethan, nehmlich: in die Mitte der Ladung einen cylindrischen Pflock von Holz einzusetzen, um dadurch einen Theil des Pulvers zu ersparen, welcher durch die hierdurch beschleunigte Entzündung des übrigen, einen Hohlcylinder bildenden Pulvers übertragen werde. Combes, p. 275. a. a. O. hält es aber für besser, diesen Kern halbcylindrisch, oder wenn es nicht zu umständlich wäre, noch besser prismatisch zu machen, so zwar, dass er-

ersterer die Hälfte des Bohrloches einnähme, mit seiner Rundung an dessen Wand, mit der ebenen Schnittfläche aber derjenigen freien Seite zugewendet und ihr parallel liege, nach welcher hin der Wurf erfolgen soll, — welches letztere auch bei dem prismatischen Kerne der Fall seyn müsste; — weil dadurch nicht nur Pulver erspart, sondern auch dem übrigen eine grösere Wirkung abgewonnen würde, indem hier der gröste Längendurchschnitt des Bohrloches, auf welchen die Wirkung des Pulvers statt finde und zu bemessen sei, derselbe wie von einem cylindrischen, der Fassungsraum aber kleiner sei. Indess gedenkt Combes selbst der Schwierigkeit einer solchen Einrichtung, welche man zwar würde umgehen können, wenn sich das Bohrloch anders als cylindrisch bohren liesse, jedoch bei dem gewöhnlichen Schiesen leicht den dadurch zu erlangenden Vortheil weit überwiegen könne. Am ersten würde sich auch diese Vorkehrung, vielleicht bei sehr starken Schüssen in Tagebauen nützlich und anwendbar machen lassen.

§. 46. Die Pflockbesetzung, ist wie schon §.§. 3. und 30. erwähnt wurde, die allerälteste.

Nachdem das Pnlver lose eingeschüttet oder in einer Patrone eingebracht worden war, so wurde ein gut ausgetrockneter Pflock von hartem Holze (Buchen) mit einer durchgebohrten, ausgebrannten oder ausgeschnittenen Zündspur und unten etwas zugespitzt (nach Rössler „damit sich das Pulver nicht an die Unterfläche anhänge,“) so fest als möglich in das Bohrloch eingetrieben. Die Patrone wurde auch wohl selbst an ihn angebunden und so mit ihm zugleich eingetrieben. Hierauf wurde er oben in der Mündung des Bohrloches abgeschnitten, in eine vorher um diese Mündung herum in das Gestein vorher eingehauene Vertiefung — Bühnloch — das Schieseisen (§. 34.) so eingelegt, dass das durch dasselbe gebohrte Loch gerade auf die Zündspur passte, sodann zwischen das Schieseisen und eine geeignete Stelle des Gesteins ein Bolzen, — die Schiesspreize §. 35. — eingetrieben und dadurch das Eisen und somit der Pflock noch mehr befestigt, endlich die

Zündspur voll Pulver gefüllt, oben ein Schwefelfaden aufgelegt und so bis zum Anzünden fertig gemacht. (Vergl. Rössler, hellpol. Bergbauspiegel, Buch III. Cap. 5. §. 12. u. s. f.)

Dieses Verfahren war nicht nur umständlich, sondern auch gefährlich, theils weil schon bei dem Eintreiben des Pflockes leicht Feuer gerissen wurde, theils derselbe manchmal (vielleicht zu keilig geschnitten,) zurücksprang und die Arbeiter beschädigte. (Vergl. Calvör, Ber. v. obh. Masch. Wes. Th. II. Cap. 3. §. 6.) Noch gefährlicher musste natürlich die Anwendung eiserner Pflöcke seyn. (S. Rössler, a. a. O. Bd. III. Cap. 5. §. 16.) Endlich fand aber auch wahrscheinlich hierbei eine ziemliche Kraftverschwendung statt, weil der Pflock schon überhaupt nicht so fest, auch wohl nur in dem oberen Theile, abschloss.

Desshalb ist diese Besetzung mit Recht schon längst beseitigt worden und hat sich nur ausnahmsweise hier und da, wo der Betrieb noch auf einer sehr niedrigen Stufe der Ausbildung steht, bis in die neuere Zeit erhalten; so z. B. bis in das zweite Jahrzehend dieses Jahrhunderts bei dem Eisensteinbergbaue (Tagebau) auf der Insel Elba, (S. Blavier, im Journal des mines. t. XXXI. (1812.) p. 20. et s.) noch später in den Alaunbrüchen zu Tolfa. (S. Annales des mines, 1. sér. t. I. (1817.) p. 328.)

An ersterem Orte war das Verfahren dadurch noch viel schlechter als das alte, dass der Pflock locker in das Bohrloch einging, und nur in der Mündung durch einige daneben eingetriebene Holzkeilchen nothdürftig befestigt wurde, durch welche man den ringsherum bleibenden Zwischenraum soweit schloss, dass nur noch eine Zündspur frei blieb. Der einzige Vortheil gegen eine richtige Lettenbesetzung war sonach hier eine kleine Zeitersparniss, welche aber gegen die grose Pulververschwendung gar nicht in Rechnung kommen konnte. Versucht hat man sie jedoch wohl dann und wann wieder, z. B. nach den Transactions of the roy. geol. society of Cornwall, vol. I. (1818.) p. 84. in England. Einige eben-

Digitized by Google

falls versuchte Verbindungen dieser Pflock- mit Sand-, Luft- und Keil-Besetzung werden in den §.§. 48. und 49. zu erwähnen seyn.

§. 47. Die Keilbesetzung. Der Keil, als ein anscheinend für diesen Zweck sehr geeignetes Verschlussmittel, wurde schon früher, wie §. 30. S. 451. erwähnt worden, in solchen Fällen vorgeschlagen und angewendet, wo die gewöhnliche Besetzweise nicht gut ausführbar ist, z. B. beim Schiesen unter Wasser von Thunberg in Schweden. (S. Abhandl. d. königl. schwed. Akad. d. W. Bd. XXII. (Jgg. 1760.) S. 124.)

In das Bohrloch wird nach ihm ein bis über den Wasserspiegel herauf reichendes Blechrohr eingesetzt und in dieses erst die Ladung, um sie trocken zu erhalten; auf letztere ein eiserner Keil mit dem Rücken nach unten, auf und gegen diesen ein zweiter, mit dem Rücken nach oben, (S. Taf. VIII. Fig. 13.) welcher wieder an einer eisernen, bis über das Wasser herauf ragenden Stange sitzt. An den ersteren kann die Patrone gleich angebunden werden; der letztere wird mittelst der Stange möglichst fest eingetrieben. *)

Die Spur für die einzusetzenden Zündfaden will Thunberg in die auf einander liegenden Flächen der Keile eingearbeitet wissen, was weit umständlicher ist als wenn sie auf der Umfläche, am besten in einer auf jene beide Flächen senkrecht stehenden Ebene aussen, hinauf geführt ist. Von da wird der Zündfaden in einer Spur bis über das Wasser herauf geleitet, welche in einer hölzernen Latte ausgeschnitten ist, die man mit der eisernen Stange des oberen Keiles zusammenbindet, die Spur gegen sie gewendet. Hierauf wird der übrige freie Raum über den Keilen voll Letten gestampft. Auch hier ist freilich nicht abzusehen wozu, wenn einmal noch Lettenbesatz angewendet wird, die Keile nöthig und nützlich sind.

---

*) Wahrscheinlich nennt desshalb Schemerl in seiner Abhandlung über die Schiffbarmachung der Ströme, Wien 1788. S. 191., den oberen den Treibkeil, welche Bezeichnung aber dem unteren zugehört, weil dieser es ist, den das Pulver in die Höhe treibt, was hier, für den dadurch sich selbst befestigenden Verschluss, die Hauptsache ist.

Digitized by Google

Der obere, doch noch besser der untere Keil, weil dieser allemal verloren geht, kann auch von hartem Holze gefertigt werden, obschon nach den „Nachrichten über die 1778. bis 1781. im Donaustrudel vorgenommenen Arbeiten (Wien 1781.) S. 28." diess dort nicht gelungen seyn soll, indem sie allemal durch den Schuss zersplittert worden seien, wodurch dieser wieder sich einen Ausgang gebahnt habe. Auch von dem Rohre wurde der untere Theil allemal zerstört, dadurch diese Art des Besetzens zu kostspielig. Um aber den oberen Keil zu erhalten, kann er mittelst eines am oberen Ende der Stange befestigten Ringes an ein langes Seil gebunden oder auch mittelst eines kürzeren Seiles mit einem leicht schwimmenden Körper verbunden werden, um die Stelle bemerklich zu machen, an der er niedergefallen ist.

Des von Schemerl gethanen Vorschlages, den oberen Keil mit an die Stange angehängten Steingewichten zu beschweren, ist ebenfalls schon §. 30. gedacht worden.

Diese Keilbesetzung giebt unter allen Umständen einen mangelhaften und theueren Verschluss. Dasselbe gilt von der in neuerer Zeit von Borrmann (S. §. 30. S. 452.) in der Absicht vorgeschlagenen, um die Sicherheit beim Besetzen gröser zu machen. Die Patrone wird dabei an den Hals eines zinnernen oder bleiernen kugelförmigen Pfropfens (Taf. VIII. Fig. 14.) angebunden und nachdem der Zünder in eine durch letzteren, der Axe nach gehende Bohrung eingesetzt ist, an einem Faden in das Bohrloch hinabgelassen oder, bei nicht saigerer Richtung, vorsichtig hineingeschoben, hierauf der oben beschriebene halbcylindrische Keil von gleichem Metall so aufgesetzt, dass er den Pflock mit seiner unteren Schärfe umfasst und sodann der übrige Theil des Bohrloches zum Ueberflusse mit Sand angefüllt, so dass diese Besetzung zum Theil der Sandbesetzung (§. 48.) mit zugehört, obschon der Keil immer der wesentlichste Theil bleibt.

Die im Jahre 1830 zu Freiberg mit dieser Besetzung angestellten Versuche ergaben aber, dass dieselbe wenigstens in dem dortigen Gneus keinesweges

Digitized by Google

einen hinreichend festen Abschluss gewährt, sondern den Schuss entweder gar keine oder nur eine höchst geringe Wirkung thun lässt, übrigens für gewöhnliches Schiesen auch viel zu theuer ist. *)

Gleich ungünstigen Erfolg hatten die Abänderungen: über dem Pflocke statt des Zinnkeiles, 1) einen oder zwei — auf entgegengesetzten Seiten eingesetzte — harthölzerne Keile, oder 2) nur doppelte hölzerne Keile, nach Art der Thunberg'schen, einen schräg überschnittenen Cylinder bildend und ohne Pflock, anzuwenden.

Der eiserne Kegel, welchen Pasley in England beim Schiesen unter Wasser auf das Pulver und unter den Schiesgrant setzt, ist schon oben §. 30. S. 453. erwähnt worden; sein wesentlicher Nutzen aber nicht abzusehen.

In einer ganz anderen Weise endlich hat Dyce, einen Keil unter dem Pulver versucht. (S. Fortschritte der Handwerker und Künstler Bd. I. (Weimar 1826.) S. 339. und Taf. VIII. Fig. 20.) Nach ihm ist unter den untersten Theil des Bohrloches noch 1½ bis 2 Fus tiefer, aber um die Hälfte enger fortzubohren als der obere ist, in diesen engeren Theil ein gutgehärteter, stählerner Kegel mit der Spitze nach unten so einzusetzen, dass dieselbe wenigstens 1 Zoll hineinreicht, die nach oben gewendete Grundfläche des Kegels, von gleichem Querschnitte wie der obere Theil des Bohrloches, mit einer Scheibe von Flanell oder dergl. zu bedecken, damit kein Pulver daneben hinabfällt, darauf die Ladung zu bringen und auf die gewöhnliche Weise zu besetzen. Die Wirkung soll bei einem angestellten Versuche ausserordentlich gros gewesen seyn und sich sowohl in wirklich hereingeworfenem Gestein als auch in einer weit ausgedehnten Zersplitterung des noch anstehenden geäussert haben. Dyce hält es dazu für nöthig den unteren engeren Theil des Bohrloches ja tief

*) Nach einem ohngefähren Ueberschlage würde der jährliche Aufwand für Pfropfe und Keile in dem Freiberger Revier allein 121916⅔ Thlr. betragen haben!

Digitized by Google

genug zu machen und schreibt auch dem mit Luft erfüllten Raume desselben einige Wirkung zu. Es wäre dann zugleich eine Art Raumschiesen. (S. §. 49.)

§. 48. Die Sandbesetzung, besteht darin, dass nachdem in die eingebrachte Pulverladung ein Zünder eingesetzt worden ist, der Raum darüber mit trocknem (durch Sieben von groben Körnern befreiten erdefreien,) Flussand, statt eines festen Besatzes, ausgefüllt wird. Eine Patrone oder mindestens ein Abschluss über dem Pulver scheint dabei unentbehrlich, weil sonst der Sand sich mit dem Pulver vermengen kann.

Dieses Verfahren war vielleicht schon längst an einem und dem anderen Orte bekannt und geübt gewesen, wenigstens hatte es le Plat schon 1791 beim Sprengen von Baumwurzeln angewendet, (S. Gilbert, Ann. d. Phys. Bd. LVII. (1817.) S. 20.) nach Close war es schon wenigstens 1803 in Steinbrüchen in Lancashire in England angewendet worden, (S. Gilbert, a. a. O. Bd. LVI. S. 60.) als es Jessop im Jahre 1804 aufgriff, damit Versuche anstellte und es öffentlich bekannt machte. (S. Gilbert, a. a. O. Bd. XXII. (1806.) S. 114.)

Hierdurch kam es auf einmal zur allgemeinen Kenntniss und an vielen Orten wurden damit Versuche angestellt. (Von den damals und in der nächstfolgenden Zeit angestellten und den Erklärungen der Wirksamkeit des Sandes als Besatz, giebt Gilbert, a. a. O. Bd. LVI. S. 42. u. f. f. eine sehr ausführliche Zusammenstellung.)

Der Ausfall war sehr ungleich. Während z. B. Harrison und Fogget in England, Pictet und Pflüger in der Schweiz überhaupt eine gute Wirkung fanden (S. Gilbert, Ann. d. Phys. Bd. XXII. (1806.) S. 117. 120. 225. — Bullet. des sciences technolog. t. V. (1806.) p. 303.) *) war der Erfolg bei Anderen

*) Auch zu Schemnitz in Ungarn und Przibram in Böhmen soll man damals damit günstige Ergebnisse erlangt haben, wofür freilich der Umstand nicht spricht, dass dieses Verfahren an beiden Orten nicht beibehalten worden ist.

Digitized by Google

abwechselnd; (S. Gilbert, a. a. O. S. 241. — A. F. Gehlen, Journal für Chemie und Physik. Bd. III. (1807.) S. 346.) theils, wie nach Baduel, nur bei freiliegenden Blöcken, nicht aber bei anstehendem Gestein günstig, (S. Gilbert, a. a. O. S. 230. 232.) theils nach Stifft, Close u. A. nur für minder feste, auch nicht gespannt stehende Massen geeignet. (Vergl. v. Moll, Ephemeriden der Berg- und Hütten-Kunde, Bd. V. (1809.) S. 9. — Gilbert, a. a. O. Bd. LVI. S. 61.) daher die Besetzung z. B. zu Pesey in Frankreich in Gangmasse nichts leistete, (S. Journ. des mines, t. XIX. (1806.) p. 238.) ebenso in Granit, Grünstein u. dergl. ohne allen Erfolg blieb, indem dort der Sand ohne alle weitere Wirkung hinausgeblasen wurde. (Vergl. Gilbert, a. a. O. Bd. LVI. (1817.) S. 72. 99. — Jahrbücher des polytechn. Institutes zu Wien Bd. XIV. (1829.) S. 295.) Nur sehr Wenige meinten sogar eine stärkere, ja doppelt so grose Wirkung als mit der Lettenbesetzung dadurch zu erlangen, wie z. B. Decandolle in der Schweiz, Blavier auf Elba, (S. Gilbert, a. a. O. Bd. XXII. S. 233. — Journal des mines, t. XXXI. (1812.) p. 36.) wogegen Andere einen Erfolg überhaupt nur mit einem starken, ja (wie Pasley in der neuesten Zeit,) doppelt so grosen Pulveraufwande zu erlangen Aussicht gaben. (S. v. Moll, Ephemeriden f. B. und H. K. Bd. V. (1809.) S. 9. — English, mining review, vol. IV. (1839.) S. 95. 96.)

Die von Gilbert mit v. Villefosse, Gerhard u. A. zu Rothenburg an der Saale angestellten Versuche, (S. Gilbert, Ann. der Phys. Bd. LVI. (1817.) S. 73.) waren theils zu beschränkt, theils waren die gewöhnlichen Ladungen mit denen sie verglichen wurden so unverhältnissmäsig stark, (z. B. auf ein 12 Zoll tiefes Loch im Sandstein des Rothliegenden 10 Zoll Pulver!!!) dass sich aus ihnen gar nichts folgern lässt.

Auch einige wenige andere in Steinbrüchen auf dem Harze, bei der Frankenscharner Hütte in Grauwacke angestellte, waren zwar nicht ungünstig, weit unvortheilhafter aber die auf dem Oberharze in der

Grube angestellten Versuche, (S. Gilbert, a. a. O. Bd. LVI. S. 93.) bei denen von 32 Schüssen nur 17 gut, 2 wenig, 13 aber gar nicht hoben.

Einen noch schlechteren Ausfall endlich gaben die in jener Zeit (1807.) bei dem sächsischen Bergbaue angestellten, indem z. B. in dem freiberger Revier von 156 Löchern in der Grube nur 33 gut, 9 etwas, 114 aber gar nicht warfen; von 27 in Steinbrüchen aber, wo der Gneus stets offenklüftiger und aufgelöster ist, 15 gut, 3 etwas und 9 gar nicht. *)

Gleiche Erfolge hatte man in Schneeberg, im Glimmerschiefer, noch schlechtere in Geier und Ehrenfriedersdorf, theilweis im Granit, wo nicht ein Loch warf. Ebenso ungünstige endlich erlangte man im Jahre 1842 in Freiberg, als man auf Veranlassung eines Aufsatzes des Berggeschwornen Ey zu Reichelsdorf in Hessen über verschiedene Besetzmethoden, zufolge dessen der Verfasser die Sandbesetzung in jeder Art Gebirge, „vom Urgebirge an bis zu dem jüngsten Flözgebirge“ den günstigsten Erfolg erlangt haben wollte, (S. Karsten und v. Dechen, Arch. d. Min. Bd. XVI. (1842.) S. 273.) — neue Versuche anstellte: die Schüsse warfen durchgängig nicht. **)

Die Wirkung und Anwendung der Sandbesetzung, soweit überhaupt eine solche angenommen wurde, stand zu sehr im Widerspruche mit der gewöhnlichen wohlbegründeten Vorschrift: den Besatz möglich fest herzustellen, als dass nicht die Erklärung hätte auf verschiedenem Wege versucht werden sollen.

---

*) Bei allen diesen genannten wie bei sehr vielen anderen Schiessversuchen an verschiedenen Orten, wurde nicht selten ein Loch, welches das erste Mal nicht geworfen hatte, ein zweites Mal ja selbst noch öfter besetzt. Dergleichen sollten aber niemals in Vergleich gebracht werden, weil, wenn auch das Gestein anscheinend ganz unverletzt ist, einige Wirkung doch jedenfalls statt gefunden hat, welche die der folgenden Ladungen unterstützt.

**) Der genannte Verfasser jenes Aufsatzes will dabei auf die Patrone und unter den Sand eine Kapsel von weichem Thon gesetzt wissen; — um jene zu verschliesen und den Zünder festzuhalten?

Digitized by Google

Diese Erklärungen waren hauptsächlich folgende: 1) dass der Sand, aus einer Menge einzelner unzusammenhängender, unvollkommen elastischer Körner bestehend, durch die erste Kraft des entzündeten Pulvers nicht mit einem Male, sondern erst nach und nach in Bewegung gesetzt werde, daher diese Kraft indem sie die unterste Schicht gegen die nächste, diese gegen die folgende u. s. f. treiben müsse, bevor sie den Besatz hinauswerfen könne, sich einen anderen Ausweg bahne, indem sie das Gestein zersprenge. (Vergl. Prechtl, Merian u. A. in Gilbert, Ann. d. Phys. Bd. XXII. S. 253. — Bd. LVII. S. 419.) 2) dass der Widerstand des Sandes darauf beruhe, wenigstens dadurch noch vergrösert werde, dass die einzelnen Körner in der untersten und in jeder folgenden Schicht, die auf sie wirkende Kraft nach verschiedenen Richtungen zerlegten, so dass sich diese letzteren sehr bald theils gegen einander wendeten und einander gegenseitig aufhöben, theils die Körner zwischen einander einkeilten, theils endlich gegen die Wände des Bohrloches trieben, an denen die Reibung jener das Hinaustreiben derselben innerhalb der Grenzen der rückwirkenden Festigkeit der Masse des Sandes, noch mehr verhinderte. (Vgl. Prechtl, Dietrich, le Plat, Blesson u. A. in Gilbert, Ann. d. Ph. Bd. XXIII. (1806.) S. 149. Bd. LVI. (1817.) S. 47. Bd. LVIII. (1818.) S. 208. Bd. LXIV. (1820.) S. 102.) 3) dass auch der auf die Oberfläche des Besatzes wirkende Druck der Luft den Widerstand gegen das Hinausschieben des ersteren vergrösere, indem der plötzlich (?) von dem Pulver gegen die Luft gestosene Sand von dieser zurückgeworfen, hierauf abermals angestosen werde u. s. f., so dass diese wiederholten Schwingungen der Kraft des Pulvers den Ausweg versperrten und sie nöthigten das Gestein zu zersprengen. (Vergl. Baduel, Bertrand, anfangs auch Pictet, in Gilbert's Ann. d. Phys. Band XXII. S. 225. 228. 236.) 4) bekomme das Pulver durch jene Verzögerung Zeit sich völlig zu entzünden, so dass nicht ein Theil davon, wie sonst gewöhnlich, durch

einen gleich Anfangs geöffneten Ausgang unverbrannt hinausgeworfen werde; welche vollkommene Entzündung schon dadurch befördert werde, dass dasselbe unter dem Sande locker liege, nicht wie bei dem Besatze fest zusammen gestampft werden könne. (Jessop in Gilbert Ann. d. Phys. Bd. XXII. S. 115.)

Endlich haben Einige eine Verstärkung der Wirkung bei dieser Besetzungsweise noch darin gesucht dass, wenn man einen Strohhalm als Zünder anwende, die Zündöffnung nicht nur an sich enger erhalten werden könne, sondern auch nach erfolgtem Abbrennen wieder zufalle; letzteres würde jedoch eher ein Versagen des Schusses veranlassen können, daher zu verhüten seyn.

Ueber diese Erklärungen sind viele Schriften gewechselt worden (vornehmlich in Gilbert, Ann. Band XXII. XXIII. XXIV. LVI. LVII. LVIII. LIX. LXIII. LXIV.)

Die beiden ersten Ursachen und ihre Wirkungen, wie auch die letzte innerhalb gewisser Grenzen, sind in der Natur begründet und daher anzuerkennen, der Bereich dieser Wirkung jedoch noch ungewiss, überdem von der Gröse, Festigkeit und Scharfkantigkeit der Sandkörner, der Rauhheit der Bohrlochswände, endlich auch von dem Verhältnisse des Querschnittes des Bohrloches zu der Gröse der Sandkörner abhängig.

Bei gleicher, gröster Festigkeit der Sandkörner müsste eigentlich der Widerstand 1) bis zu einem gewissen Grade mit deren Kleinheit zunehmen, weil mit ihr die Anzahl der für sich zu bewegenden Theile, somit die Versplitterung der Kraft wächst; bis dahin nehmlich wo der Querschnitt des Bohrloches gegen den der Körner zu gros wird, als dass ein Einkeilen der letzteren zwischen einander statt finden könnte, um so mehr als die Kraft des Pulvers doch nicht alle Körner in einem Augenblicke in Bewegung setzt, daher diese dann mehr einer flüssigen Masse ähnlich, sich nebeneinander vorbeischieben können; gegentheils würde mit zunehmender Gröbe und somit abnehmender Anzahl der Körner der Sand sich immer mehr einer festen

zusammenhängenden Masse nähern, welche in demselben Grade leichter hinaus geworfen wird; 2) würde der Widerstand bei ungleich grobem Sande gröser seyn, weil dadurch nicht nur die Kraft noch mehr nach den Seiten abgelenkt, sondern auch die Körner besser zwischen einander eingekeilt werden könnten; 3) würde er mit der Enge des Bohrloches zunehmen, weil in demselben Verhältnisse derjenige Theil der Kraft, welcher den Besatz hinauszuwerfen sucht, kleiner wird, der Widerstand aber mit dem zunehmenden Verhältnisse der Umfläche zu diesen Queerschnitten wächst.

Als Einwurf gegen das Ineinanderschieben der Schichten und Körner ist erhoben worden: dass dann über dem Pulver ein leerer Raum entstehen müsse, dessen Wände vom Rauche geschwärzt würden, was bei den Versuchen nicht bemerkt worden sei; (indess würde dieser leere Raum in alle Wege sehr klein ausfallen und eine sehr genaue Beobachtung nöthig seyn um ihn zu erkennen;) ferner: dass das gewölbeartige Zusammenkeilen der Körner durch die hindurchgehende Zündspur gestört würde; was nicht ungegründet ist.

Die dritte Erklärung ist jedoch mit den ersten beiden nicht vereinbar, weil sie voraussetzt, dass die ganze Sandmasse, somit die oberste Schicht gleich durch die erste entwickelte Kraft in Bewegung und zwar in eine schnelle gesetzt würde; selbst dann aber der Widerstand der Luft gegen die Kraft des Pulvers viel zu gering wäre um einen merklichen Aufenthalt zu bewirken. Die vierte Wirkungsart: die Lockererhaltung des Pulvers, setzt freilich die ersteren voraus; übrigens kann dieser Zustand auch bei jeder anderen Besetzungsweise ebenso leicht erhalten werden, und soll es auch.

Nach allen Erfahrungen ist aber der Sand bei festen Gesteinen nicht fähig einen hinreichenden Widerstand zu leisten, vielmehr in solchen Fällen Pfaff's Ansicht beizustimmen: dass gar keine Besetzung eben so viel leisten würde. (S. A. F. Gehlen, Journal für Chemie und Physik, Bd. II. (1806.) S. 172.) Am ausreichendsten möchte sie desshalb noch bei gebrächem,

leicht sprengbaren, nicht eigentlichem Schiesgestein, auch bei Mauerwerk seyn; besonders wenn man mit engen Löchern schiest, was dort gerade ausführbar ist; ferner wenn man ohne grose Mühe tiefere Löcher schlagen kann, so dass der Sand (nach Stifft's Erfahrungen) nicht unter $^{3}/_{4}$ der Bohrlochstiefe einnimmt. *) Dann wird sich möglicherweise die von Einigen zu ihren Gunsten angeführte Wirkungsweise äussern: dass sie das Gestein nach allen Seiten mehr in sich selbst zerreisse und zertrümmere. Ferner lässt sie die Räumnadel und den Stampfer ersparen, ist sicher und schnell und daher vorzugsweise für ungeübte und unvorsichtige Arbeiter passend. **) Denn selbst aus versagenden Bohrlöchern kann der Sand leicht ausgelöffelt werden. — Ist man hingegen nicht ganz sicher alle Löcher mit Sandbesetzung wegthun zu können, so fällt auch die Ersparniss jener Gezähe weg, weil der Häuer sie immer noch für den Nothfall zur Seite haben muss.

Ferner ist der Sand als Besetzung an und für sich natürlich nur in abwärts gerichteten Löchern anwendbar. Zwar könnte man für anders gerichtete, ihn gleich mit in die Patrone füllen; dann würde aber nicht nur das Verhältniss ein völlig verändertes, von den oben angegebenen Ursachen ganz abzusehen, der Sand fast ganz als eine zusammenhängende feste Masse zu betrachten seyn welche nur durch ihr Gewicht wirkte, weil statt der Reibung der Sandkörner an den rauhen Bohrlochswänden nur die unbedeutende zwischen ihnen und der Patrone oder der Patrone und dem Bohrloche einträte; sondern selbst jenes Gewicht würde in söhligen Löchern

---

*) Nach Bourgoyne's Erfahrungen wird aus einem 2 Fus tiefen Loche der Sand schon durch $^{1}/_{2}$ Loth, ein fester Lettenbesatz aber noch nicht durch 6 Loth Pulver hinausgeworfen. (S. Combes, traité de l'exploitation des mines, t. I. p. 265.)

**) Bei dem Baue der Strase über den Simplon und St. Bernhard durch Napoleon, wo sie im Jahre 1805 sehr ausgebreitete Anwendung fand, war sie daher ganz an ihrem Orte, weil man es hier, obschon in grobflaserigem Granite arbeitend, meist mit Tagelöhnern zu thun hatte, hingegen es auf Erlangung der grösten Wirkung und Pulverersparniss nicht ankam.

Digitized by Google

ohne allen Einfluss, in aufwärts gerichteten sogar sehr nachtheilig seyn. Folgerungen, welche durch derartige von Stifft angestellte Versuche bestätigt werden. (Vergl. v. Moll, Ephemeriden d. B. u. H. Kunde, Bd. V. (1809.) S. 19 — 23.) Ferner etwa beim Besetzen unter Wasser wo Thon oder Letten aufgeweicht werden könnten. Von einer Pulverersparniss durch diese Besetzung kann daher nur etwa da die Rede seyn, wo man früher die Löcher stark überladen hatte.

Sie hat sich desshalb natürlich nirgends erhalten können, wo man jene günstigen oder besonderen Verhältnisse nicht, vielmehr wirkliches Schiesgestein hatte und auf eine gröste Leistung hinarbeiten musste, obschon sie von Zeit zu Zeit wieder von Neuem oder wohl gar als etwas ganz Neues empfohlen worden ist, neuerlichst u. A. wieder im Bergwerksfreunde, Bd. VII. (1844.) S. 107.)

Um den Widerstand des Sandes zu vergrösern drückte Blavier bei den Versuchen auf Elba (S. Journal des mines, t. XXXI. (1812.) S. 38.) nicht nur den Sand mit nach oben immer zunehmender Kraft zusammen, sondern setzte auch oben auf denselben in der Mündung einen Pfropf ein; für gleichen Zweck hatte Gille de Laumont schon früher einen eisernen und noch dazu mit Eisen belasteten Pfropf vorgeschlagen. (S. Journal des mines, t. XIX. (1806.) S. 240.) Dieses Zusammendrücken des Sandes nähert die Besetzung schon einer festen.

In Cornwall hingegen hat man später einen eisernen Pfropf unter den Sand und unmittelbar über das Pulver gesetzt, (S. Polytechn. Centralblatt, Jgg. 1835. Bd. 2. S. 924.) dessen Nutzen auch nur in einer mehreren Belastung bestehen kann weil hier die Wirkung des Pulvers auf den Sand wie vermittelst eines festen Kolbens erfolgt, jenes Gegeneinandertreiben der Körner also weniger statt finden kann. Das Einbringen eines eisernen Pfropfens unmittelbar über dem Pulver kann übrigens durch Feuerreissen gefährlich werden und bleibt allemal kostspielig.

Digitized by Google

Zu den neuesten Versuchen mit dieser wieder aufgenommenen Besetzung gehören die in den obernkirchner Steinkohlenwerken im Schaumburgischen, von dem dortigem Berginspector Heuser mit feuchtem Sande angestellten, (ausführlich beschrieben in den Studien des götting. Vereins bergmänn. Freunde, Bd. IV. (1841.) S. 95—128.) Der Sand wurde, besonders in sehr wassernöthigen Abteufen in denen andere Besetzungsweisen sehr schwierig, ja fast unausführbar erschienen, nach des Erfinders Aussage mit sehr günstigem Erfolge angewendet.

Er wurde gleich mit in die wasserdichten, aus starkem Packpapier gefertigten, geleimten und gefirnissten Patronen eingefüllt, dadurch sein Herausstosen durch starken Wasserzudrang verhindert, ja sogar bei abwärtssehenden Löchern möglich gemacht die Sandpatrone mit Nutzen noch einige Zoll über das Bohrloch heraus stehen zu lassen. Der etwa um die Patrone herum bleibende Zwischenraum musste, um eine beste Wirkung zu erlangen, mit Letten ausgestrichen, oder gewöhnlicher, mit Sand ausgefüllt werden, wenn er nicht von selbst voll Wasser lief.

Trockner Sand — Flusssand — gab denselben Erfolg wie feuchter, nur war letzterer schwerer, brauchte nicht erst getrocknet zu werden und gestattete auch, im Falle dass ein Schuss versagte, mit der Nadel eine neue Spur in den Sand zu stechen und einen neuen Zünder einzuführen.

Hier war also der Sand nur als ein aus einer zusammenhängenden Masse bestehender Pfropf zu betrachten, der lediglich durch sein Gewicht, in söhligen oder gar aufwärts sehenden Löchern aber nur durch seine (geringe) Reibung auf dem Liegenden und sein Trägheitsmoment wirken konnte.

Dass der Erfolg dennoch ein so günstiger gewesen ist, möchte wohl wesentlich der sehr geringen Festigkeit des dortigen Gesteines zuzuschreiben seyn; (Sandstein und Schieferthon, ersterer sogar nach Heuser, a. a. O. S. 106., noch weicher als letzterer,) so wie

der verhältnissmäsig und für solches Gestein äusserst starken Ladung; z. B. nach S. 108., auf ein 22 Zoll tiefes Loch im Sandstein 12 Zoll Pulver, welches noch dazu, zwar bei etwas starkem Vorgeben, nur die oberen 10 Zoll abhob. *)

Ferner wurden gleich bei dem ersten Aufkommen der Sandbesetzung auch hier und da Versuche angestellt statt Sand, Hechsel, Sägespäne, Asche u. dergl. anzuwenden. Baduel bei dem Strasenbaue am Simplon, fand diese alle, Pictet die Kleie, gleich wirksam mit dem Sande. (Vergl. Gilbert, Ann. d. Ph. Bd. XXII. S. 229. 231.) auch Stifft fand Sägespäne nicht ohne Wirkung. (S. v. Moll, Ephemeriden, Bd. V. S. 22.) — Gilbert hingegen bei den Versuchen zu Rothenburg und auf dem Harze, Asche, Sägespäne und Hammerschlag ohne alle Wirkung, ebenso feinen Schrot — Vogeldunst — der natürlich nicht nur das Pulver zusammendrückend, sondern auch als aus lauter gleich grosen, runden, und glatten Körpern bestehend, nur ungünstige Bedingungen vereinigte. (S. Gilbert, Ann. der Physik, Bd. LVI. S. 77. 78. 92.)

Steinkohlenasche und Koksgestübe fand Heuser auch nicht ohne Wirkung. (S. Stud. d. gött. Ver. Bd. IV. a. a. O. S. 104. 105.)

An die Besetzung mit Sand schliest sich übrigens als eine ebenfalls nachgebende, die mit Bohrmehl, besonders mildem an, wenn es, wie bei den neueren Versuchen zu Nayag in Siebenbürgen nur leicht zusammengedrückt wird; die jetzt auf Elba gebräuchliche mit lockerer Erde (S. Karsten und v. Dechen, Arch. f. Min. Bd. XV. (1840.) S. 347.) ferner die mit weichem Letten, wie sie schon Spangenberg in Suhl im Jahre 1811 mit oben aufgesetztem Pflocke

*) Es war daher nicht zu verwundern, dass bei den im Jahre 1842. auf Veranlassung jener Mittheilungen in Freiberg abermals angestellten Versuchen — im dortigen Gneus — von 25 Schüssen nur 1 völlig, 18 gar nicht, die übrigen etwas warfen; von 20 anderen nur 3 warfen. (Vergl. den Kalender für den sächs. Berg- und Hütten-Mann. Jgg. 1843. S. 79.)

und neuerlich wieder Ey in Richelsdorf versucht hat. (Vergl. Gilbert, Ann. d. Ph. Bd. LVI. (1817.) S. 69. und Karsten und v. Dechen, Arch. d. Min. Bd. XVI. (1842.) S. 274.) Alle diese machen Stampfer und Räumnadel nicht entbehrlich, nur gestatten sie, solche von Holz zu fertigen. (Vergl. §.§. 19. 20.) Sie bedingen natürlich ebenfalls ein gebräches Gestein.

§. 49. Die Luftbesetzung — das Hohlladen, — Raumschiesen, — ist diejenige Besetzungsweise, bei welcher über oder unter dem Pulver absichtlich ein leerer Raum hergestellt und offen erhalten wird.

Schon Belidor, Marescot, Robins, Euler, Hutton, nach ihnen auch Mouzé und andere Ingenieurs glaubten gefunden zu haben, dass die Wirkung der Minen im Kriege durch Anbringung eines leeren Raumes um das Pulver herum bedeutend vergrösert werde, welcher nach Belidor bis drei Mal so gros als die Pulvermasse selbst seyn solle. (Vergl. Gilbert, Ann. d. Phys. Bd. XXII. (1806.) S. 241. — Annales de chim. et de phys. t. LXII. (1836.) p. 286. — Mouzé, traité de la fortification souterraine. Paris 1804. p. 98. — Combes, traité de l'exploitation des mines, t. I. p. 269. (nach dem Memorial de l'officier du genie) — Dictionnaire technologique, t. XIII. Paris 1828. p. 475.) Andere hingegen, wie Gumpertz und le Brun (traité practique et théoretique des mines. Paris 1805. p. 61. und 260.) fanden, dass die Wirkung dadurch „nicht vermindert werde," Piobert, (Artillerielehre, theoretischer Theil, deutsche Uebersetzung. Bonn 1842. S. 49.) dass der Erfolg nur auf ganz unnachgiebige Sohle beschränkt sei.

Andererseits ist schon öfters die Erfahrung gemacht worden, dass ein Schiesgewehr, bei welchem der Pfropf oder die Kugel nicht ganz dicht auf der Pulverladung aufsitzt, von derselben Pulvermenge zersprengt wird, welche ausserdem jene Kugel nur eben forttreibt.

Von letzterer Beobachtung ausgehend, stellte im Jahre 1790 der damalige Oberhüttenamts-Assessor Wenzel zu Freiberg, in Gemeinschaft mit dem Doct.

Digitized by Google

Fr. Baader Versuche darüber an: beim Gesteinsprengen über dem Pulver und unter dem Besatze absichtlich einen leeren mit Luft erfüllten Raum offen zu lassen und glaubte dadurch eine sehr bedeutende Vergröserung der Wirkung erlangt zu haben. *) (S. A. W. Köhler, bergmännisches Journal Jgg. III. (1790.) Bd. 2. S. 177. u. s. f.) Diesen leeren Raum stellte Wenzel zuerst dadurch her, dass er an die Räumnadel eine Pappscheibe ansteckte, solche bis in die nöthige Tiefe hinabschob um den gewünschten Abstand vom Pulver zu erhalten und darüber gebrannten und in Wasser eingerührten Gips goss, welcher sehr schnell erstarrt, sodann die Nadel herausdrehte und den Zünder wie gewöhnlich einbrachte. Der Zwischenraum bekam 1½ bis 2 Zoll Höhe.

Selbst dieses an und für sich so ungeeignete Besatzmittel (in welchem jedoch Wenzel sonderbarerweise anfangs gerade die verstärkte Wirkung suchte, S. S. 182. a. a. O.) gab ihm einen günstigen Erfolg. Indess war dieses Verfahren nicht nur sehr aufhältlich, sondern konnte auch leicht das Pulver anfeuchten, daher der Erfinder bald statt der Pappe ein gedrehtes ½ Zoll starkes Holzscheibchen an die dazu vorgerichtete §. 20. S. 383. Taf. VII. Fig. 36. beschriebene Nadel anschraubte, durch welche weiter oben ein eiserner Riegel gesteckt wurde, der sich auf die Mündung des Bohrloches auflegte und so die Scheibe in jeder beliebigen Tiefe im Bohrloche erhalten liess, auf welcher man dann mit Letten besetzte. (S. S. 189. a. a. O.)

Hierauf scheint dieses Verfahren ziemlich schnell in ausgebreitetere Anwendung gekommen zu seyn, wenigstens war es dies schon in den nächstfolgenden Jahren, auf mehreren sächsischen Gruben im Jahre 1792., nach Baader auch in Ungarn und Schlesien. (S. A. W. Köhler, bergmänn. Journal, Jgg. V. (1792.) Bd. 1. S. 197.) Baader (a. a. O. S. 198.) schlug

*) Baader nahm später den Ruhm der ersten Erfindung dieses Raumschiessens für sich selbst in Anspruch. (S. v. Moll, Annalen der B. und H. Kunde, Bd. I. (1802.) Hft. 2. S. 121.)

Digitized by Google

hierauf ferner vor: um das Besetzen zu erleichtern, die Löcher mit Gestemme, d. h. mittelst besonderer Bohrer den unteren Theil derselben enger zu bohren und nur eben von solcher Tiefe, als die Ladung sammt dem leeren Raume darüber erforderte, über welchem, auf dem so gebildeten Absatze ein Pfropf aufsitzen sollte.

Diese Bohrer sollten daher im unteren Theile gerade nur auf die nöthige Länge schwächer, über dieser aber mit einer kolbigen Ausbauchung versehen seyn, die theils zur Leitung im oberen weiteren Theile des Bohrloches, theils zum endlichen Aufsitzen auf dessen Grunde dienten, (S. Taf. VIII. Fig. 21.) oder auch, einfacher, sollte man sich zum Abbohren des unteren engeren Theiles des Loches eines schmäleren Abbohrers, — zum besseren Handhaben, auch wohl zur Leitung mit einem hölzernen Handgriffe versehen, — bedienen. (S. a. a. O. S. 203.) Auch bohrte man den oberen Theil mit zwei-, den unteren mit ein-männischen Bohrern. (Vergl. v. Moll, Ann. d. B. u. H. Kunde, Bd. I. (1802.) H. 1. S. 84.)

Auch dieses Gestemmbohren scheint wirklich in Anwendung gekommen und überhaupt das Raumschiesen, wenigstens in Sachsen, und zwar zugleich mit den, hier zuerst auftretenden hölzernen Schiespfropfen bis zu dem Jahre 1795, wo dessen allgemeine Einführung auch gesetzlich angeordnet wurde, immer beliebter geworden zu seyn. *) Man gab dazu den Pflöcken, welche der Wohlfeilheit sowie der häufig unrunden Löcher halber, lieber von weichem Holze gemacht wurden, für einmännische Bohrlöcher 1¼ Zoll, für zweimännische 2 Zoll, dem Raume darunter aber nur ½, ¼ ja ⅛ Zoll Höhe, indem man als wesentlichen Vortheil dieser Weise den erkannte: dass das Pulver dabei locker bleibe, nicht beim Besetzen zusammengeschlagen werden könne, auch die Gefahr beim Besetzen vermindert würde.

---

*) Diese Schiespfropfe schlug zuerst der Berggeschworene Seifert im Jahre 1792 vor.

Digitized by Google

In Sachsen glaubte man durch diese Luftbesetzung wohl $\frac{1}{8}$, $\frac{1}{7}$ bis $\frac{1}{6}$ Pulver zu ersparen, in Salzburg bis $\frac{1}{4}$ ja $\frac{1}{3}$. (S. Schroll in v. Moll, Ann. a. a. O. S. 78.) Andere hingegen sahen schon damals darin überhaupt nur einen geringen Nutzen. (Vergl. C. J. Winkler, Beobachtungen über den Betrieb der Grubenbaue auf Flötzgebirgen. Berlin 1794. S. 138.)

Letzteres Bohren mit Gestemme war aber an und für sich beschwerlich, auch wurde die Räumnadel durch den Pfropf stark an dasselbe angepresst, dadurch leicht gebogen, beim Ziehen zerrissen, wenn nicht gar Feuer gerissen; ferner bot auch der Pfropf der Kraft des Pulvers einen weit gröseren Querschnitt dar, als die Ladung selbst hatte, wurde somit sammt dem Besatze desto leichter hinausgeworfen; endlich wurde bei kleinen Bohrlöchern die Ladung dadurch noch dünner, daher auf eine grösere Länge vertheilt, die Wirkung dadurch wieder vermindert, während das Bohrloch tiefer geschlagen werden musste.

Schon im Jahre 1795 schlug desshalb der Berg-Commissionsrath v. Oppel in Freiberg buchenhölzerne Pfropfe vor, in deren untere auf dem Pulver sitzende Seite eine Höhlung eingedreht war. (S. Taf. VIII. Fig. 10.) ($1\frac{1}{4}$ Zoll hohe, 1 Zoll starke Pflöcke bekamen eine 1 Zoll hohe, $\frac{5}{8}$ Zoll weite Höhlung.)

Man soll jedoch ebensowenig einen guten Erfolg davon erlangt haben, als es im Jahre 1838 der Fall war, wo man die Versuche damit wiederholte, und dabei die Zündspur mit dem hohlen Raume, theils ausser, theils in Verbindung hielt. Sie kosteten mehr als gewöhnliche Pfropfe, leisteten aber weniger als die Besetzung ohne Raum; eine Menge Löcher blieben stehen. (Vergl. Kalender für d. sächs. Berg- und Hütten-Mann, Jgg. 1840. S. 98.) Uebrigens setzte man über diese und die ersteren Pflöcke gern erst ein Blatt Papier und zähen Letten, um alle Zwischenräume zu verschliesen.

Auf eine andere Weise versuchte Schroll im Jahre 1802, vielleicht schon eher, dasselbe Ziel zu

Digitized by Google

erreichen, indem er dergleichen 1½ bis 2 Zoll hohe Pfropfe mit äusserlich eingedrehten Spuren versah, wie Taf. VIII. Fig. 8. oder wie Fig. 9., welche natürlich allemal mit der Zündspur in Verbindung blieben. Diese später mit dem Namen salzburger, belegten Pfropfe, sollen gegentheils einen sehr günstigen Erfolg gegeben haben, (S. v. Moll, Annalen Bd. I. H. 1. S. 85. 91.) der selbst wieder in neuester Zeit davon gerühmt worden ist. (S. den Schluss des §.) *)

Gleich guten Erfolg will Blavier mit ähnlichen 10 bis 12 centim. hohen Pflöcken auf Elba erhalten haben. (S. Journ. d. mines, t. XXXI. (1812.) p. 24.) Bei den mit den ersteren auch in Freiberg im Jahre 1838 angestellten Versuchen, war jedoch der Ausfall nicht besser als mit den Oppel'schen, d. h. schlecht. (Vergl. Kalender für d. sächs. B. u. H. Mann a. a. O.)

Zu den einfachsten Windpfropfen, obschon mit nicht besserem Erfolge versucht, gehören gewöhnliche, nach unten aber kegelförmig zulaufende Pfropfe.

Wieder in einer anderen, an sich einfachen, Weise schlug Baader vor, den hohlen Raum mittelst einer blosen Pflockbesetzung zu bewirken, (Vergl. v. Moll, Annalen, Bd. I. H. 2. S. 120.) auch diess freilich mit Gestemmbohren. Der den oberen weiteren Theil des Bohrloches ausfüllende Pflock a mit längs durchgebohrter Zündspur sollte in der Mitte etwas gewölbt seyn, auch angefeuchtet werden, um fester anzuschliesen. (S. Taf. VIII. Fig. 22.) Hat übrigens das Bohrloch die nöthige Tiefe für Ladung, Raum und Pflock, so bedarf es des Gestemmes gar nicht, wenn der Pflock nur oben nicht länger ist als er seyn soll. Diess brachte Blavier auf Elba auch wirklich und angeblich mit gutem und sogar besseren Erfolge als mit Lettenbesetzung (?) in Anwendung. (S. Journ. d. mines, t. XXXI. p. 27.)

Diese Pflock- und Raum-Besetzung scheint übrigens in sehr weit entfernten Ländern bekannt zu seyn, wie

---

*) Ein freiberger Steiger, Wezel, schlug damals in gleicher Absicht vor, aussen in den Pflock drei Rinnen zu schneiden.

aus einem in Prechtl's Jahrbüchern des polytechn. Instituts zu Wien, Bd. XIV. (1829.) S. 295. aus Ostindien angeführten Beispiele zu ersehen ist.

Eine Verbindung der Pflock- und Luft- mit der Keil-Besetzung brachte Ey zu Richelsdorf in neuerer Zeit in Vorschlag, (Vergl. Karsten und v. Dechen, Arch. f. Min. Bd. XVI. (1842.) S. 275.) bei welcher vor dem Eintreiben des Pflockes a, (S. Taf. VIII. Fig. 15.) in dessen Unterfläche in einen 2 Linien tiefen Einschnitt ein Keil b eingesetzt, übrigens der Pflock mit Thon bestrichen, auch über die Patrone eine Thonkapsel (wozu?) gesetzt werden soll. Der Keil soll durch die erste entwickelte Kraft des Pulvers den Pflock auseinander, gegen die Bohrlochswände treiben und dadurch dessen Widerstand gegen das Hinauswerfen vergrösern. Dem Erfinder hätten alle so besetzte Löcher geworfen. Bei dem 1842 in Ereiberg damit angestellten Versuche wurde bei 15 so besetzten Löchern der Pflock blos mit einem gewaltigen Knalle hinausgetrieben ohne auch nur einen Aufschlag zu machen, so dass dasselbe Loch wiederholt auf dieselbe Weise besetzt werden konnte und noch sehr oft ohne alle Beschädigung hätte besetzt werden können.

Auch in Verbindung mit der Sand- ist die Luft-Besetzung vorgeschlagen und versucht worden, mit welcher sie freilich leicht zu bewerkstelligen war. Schon Pictet that 1805 den Vorschlag, das Pulver in eine davon nicht ganz angefüllte Patrone zu bringen, diese umgekehrt in das Bohrloch zu schieben, so dass ein leerer Raum über dem Pulver bliebe, und oben darüber Sand zu schütten. (S. Gilbert, Annalen, Bd. XXII. S. 245.) Stifft (S. v. Moll, Ephemeriden d. B. u. H. K. Bd. V. (1809.) S. 17.) brachte diese Weise in Anwendung, jedoch, wie alle Sandbesetzung, ohne Erfolg. Ueberhaupt möchte sich gerade die Sandbesetzung zu einer Verbindung mit der Luftbesetzung am wenigsten eignen, desshalb, weil der Widerstand des Sandes, soweit ein solcher stattfindet, wesentlich durch einen plötzlichen Andrang der Kraft

Digitized by Google

bedingt zu werden scheint, hingegen in gleichem Verhältnisse geringer werden muss, je allmäliger die Kraft wirkt, was doch, der weiter unten zu betrachtenden Theorie der Luftbesetzung nach, gerade bei dieser anzunehmen ist.

An diese Sandbesetzung schliest sich die von Spangenberg u. A., mit weichem Letten an, bei welcher zwar nicht vorher ein leerer Raum hergestellt, wohl aber durch das erste Zusammendrücken des Besatzes durch die Kraft des Pulvers gebildet wird, worin Spangenberg eben den hauptsächlichsten Grund einer gröseren Wirkung erblickt. (S. Gilbert, Ann. der Phys. Bd. LVI. (1817.) S. 69.)

Von letzterer, überhaupt im Ganzen weniger häufig nachgeahmten Weise sollen die (im Jahre 1811) auf Steinkohlengruben in Sachsen angestellten Versuche ebenfalls keinen günstigen Ausfall gegeben haben.

Eine andere Anbringung des leeren Raumes ist die unter dem Pulver.

Schon Schroll versuchte sie im Jahre 1802 in der Weise, dass er das Tiefste des auf gewöhnliche Weise gebohrten Loches noch mit einem schmäleren Bohrer, je nach der absoluten Weite des Bohrloches 1½, 2 bis 2½ Zoll, tiefer bohrte. Der Bohrer war dazu nach Art der oben beschriebenen von Baader vorgeschlagenen (Taf. VIII. Fig. 21.) eingerichtet, so zwar, dass der untere schmälere arbeitende Theil desselben nur gerade so lang war, als das Loch tiefer werden sollte, daher eine grösere Tiefe nicht gebohrt werden konnte. Hierauf wurde die Patrone in den oberen Theil eingeschoben, so dass der untere leer blieb, und darüber mit Letten besetzt. Der Zünder ging dabei bis auf den Grund der Patrone.

Die Wirkung soll ausgezeichnet gut gewesen seyn. (Vergl. v. Moll, Annalen d. B. u. H. Kunde, Bd. II. (1803.) S. 338.)

Von einer Darstellung des leeren Raumes unter dem Pulver, zugleich mit dergl. über demselben ver-

Digitized by Google

bunden, findet sich ferner in jener ersten Zeit Nachricht in v. Moll's Annalen, Bd. II. (1803.) S. 352., nach welcher der untere Raum durch Einsetzung eines salzburger Sprengpfropfes unter der Ladung, der obere durch ein Gestemme mit aufgesetztem massiven Pflocke als Besetzung dargestellt werden sollte. S. Taf. VIII. Fig. 23. Ueber den Erfolg ist nichts bekannt geworden.

Dahingegen fand Hausmann, bei seinem Besuche von Röras in Norwegen im Jahre 1807. die Besetzung mit leerem Raume unter dem Pulver in sehr ausgedehnter Anwendung. (S. dessen Reise durch Scandinavien, Thl. V. (1818.) S. 274.)

In das Tiefste des abgebohrten Bohrloches wird der §. 29. S. 445. beschriebene hölzerne, radnagelartige, Taf. VIII. Fig. 11., oder statt dessen auch wohl nur ein cylindrischer, das Bohrloch nicht vollkommen ausfüllender Pflock ein- und auf diesen die Patrone aufgesetzt, über welche die gewöhnliche Lettenbesetzung kommt. Man soll dort dadurch bis ⅓ an Pulver erspart und vornehmlich eine Richtung der Wirkung nach unten erlangt haben.

Aehnliches führt v. Villefosse in seinem: Mineralreichthum, Bd. II. (übersetzt von Hartmann, Sondershausen (1822.) S. 106.) als Ergebniss von Versuchen auf dem Harze und im Mansfeldischen an, dahingegen nach Gilbert, Annal. d. Phys. Bd. LVI. S. 96. u. f. f. und nach Hausmann selbst (S. Reise durch Scandinavien, a. a. O. S. 275.) der Erfolg sehr abweichend, nur bei dichtem und unzerklüftetem Gesteine ein günstiger, gewesen ist.

Ebenso wenig Günstiges erlangte man in Freiberg bei den 1827 damit angestellten Versuchen. (S. Kalender für den sächs. Berg- und Hütten-Mann, Jgg. 1835. S. 8.)

Noch möchte gewissermasen ein Versuch hierher zu zählen seyn, den man auf Empfehlung eines Dilettanten im Jahre 1820 in Freiberg mit kegelförmigen, nach oben enger zusammenlaufenden Patronen anstellte,

nur dass hier der Raum um den obern Theil der Patrone nicht leer bleiben, sondern mit der Besatzmasse, oder sogar mit besonderem Holzfutter ausgefüllt werden sollte. Wahrscheinlich war hierbei die Absicht, den Stos gegen den Besatz durch Verminderung des oberen Querschnittes der Patrone ebenfalls kleiner zu machen, vielleicht auch die daneben eingefütterte Masse nach Art des Keiles wirken zu lassen.

Die Besetzung war jedoch aufhältlich und schwierig, die Patrone wurde länger, bei engen Bohrlöchern nicht einmal gut kegelförmig darstellbar, der Erfolg aber fiel sehr ungünstig aus, indem bei der empfohlenen verminderten Ladung von 100 Löchern nur 20 völlig warfen, 50 zum Theil, 27 gar nicht, (Vergl. Kalender für d. sächs. B. u. H. Mann auf d. Jahr 1835. S. 8.) bei gleicher Ladung aber gegen cylindrische das Verhältniss der völlig zu den nicht werfenden Löchern wie 33 : 76 war.

Endlich gehört zu der Luftbesetzung unter dem Pulver auch die oben §. 47. S. 516. beschriebene Keilbesetzung von Dyce, da dieser dem leeren Raume fast noch grösere Wirkung beizumessen scheint als dem Keile.

Die Erklärung der Wirkung des leeren Raumes ist auf verschiedene Weise gesucht worden:

1) dass das Pulver in Folge der Offenerhaltung eines Raumes darüber locker bleibt und sich desshalb schneller und gleichförmiger entzündet; was auch an vielen Orten, wo man eine nützliche Wirkung zu erkennen glaubte, als der alleinige Nutzen betrachtet wurde;

2) dass die über oder unter dem Pulver erhaltene Luft als ein elastischer Körper dem bei der ersten Entzündung sich entwickelnden Gase einen nachgebenden Widerstand entgegen setzt, zusammengedrückt wird und dadurch den vollen Stos auf den Besatz so lange schwächt, bis mittlerweile sich das ganze Pulver entzündet hat und nun mit vereinter und

Digitized by Google

desto gröserer Kraft auf die Zersprengung des Gesteines hinwirkt;

3) dass die Luft zugleich durch die sich entwickelnde Hitze ausgedehnt wird und dadurch das Pulver selbstthätig noch mit unterstützt.

Der erste Grund ist als naturgemäs und richtig anzuerkennen, er fällt jedoch bei der Besetzung mit den salzburger Sprengpfropfen weg, weil bei diesen das Pulver ebensowohl zusammengedrückt werden kann; ebenso, wenn der leere Raum unter dem Pulver liegt.

Auch der zweite Grund ist in soweit gültig, als die Luft als ein zusammendrückbarer Körper hier in ähnlicher Weise wirkend gedacht werden kann, wie bei einem Windkessel an dem Einfallrohre einer Wassersäulenmaschine und dergl., nehmlich dass sie wie dort, durch ihr Nachgeben den ersten Stos auf die Umfangswände und den Besatz so lange schwächt bis sie soweit zusammengedrückt ist, dass ihre Spannung der des entwickelten Gases gleich ist, worauf die volle und nun in Folge der mittlerweile entwickelten mehreren Kraft desto stärkere Wirkung auf die ganze Umgebung erfolgt. Nur wird diese Wirkung freilich dadurch verändert: a) dass Gas und Luft nicht durch einen Kolben getrennt sind, daher sich vermengen, in einander eindringen, was bei Wasser und Luft weit minder der Fall ist; b) dass die Luft, wenn sie, über dem Pulver, mit der Zündspur in Verbindung steht, durch diese entweichen kann und dazu desto mehr Zeit hat, je mehr deren von der ersten Entzündung bis zur endlichen Wirkung vergeht. — Der etwa von Einigen gemachte Einwurf: dass die Wirkung des Pulvers viel zu schnell erfolge, als dass die Luft Zeit hätte hinausgeschoben zn werden, bedarf den ganzen Umständen nach keiner Widerlegung.

Nach dieser Erklärung würde freilich die Luftbesetzung am Besten, ja allein dann wirksam seyn, wenn Raum und Pulver nach aussen vollkommen abgeschlossen sind, daher von den beschriebenen Besetzungsweisen

Digitized by Google

bei der, wo der Raum unter dem Pulver liegt, also der schwedischen. *)

Wenn aber selbst bei dieser Art der Besetzung der leere Raum auf dem Harze und in Sachsen nicht günstig gewirkt hat, sofern die Ursache davon nicht etwa in fremdartigen Umständen, festem Zusammenschlagen des Pulvers, flachem Besatze und dergl. zu suchen ist, so würde noch viel weniger bei Anbringung des Raumes über dem Pulver von der Luft irgend eine Wirkung erwartet werden, es bliebe vielmehr nichts übrig als die erste Erklärung.

Uebrigens ist leicht ersichtlich, dass hierbei das Verhältniss der Gröse des Raumes zu der Pulverladung von dem wesentlichsten Einflusse auf den Erfolg ist, da je gröser die Luftmasse, desto längere Zeit vergehen muss bis sie völlig zusammengedrückt ist, worauf erst eine Wirkung auf dem Gestein eintritt, während dieser Zeit aber auch eine Ausdehnung des Gases in einen gröseren Raum, somit Abkühlung also Kraftverlust stattfindet. Bei immer zunehmendem Verhältnisse des Raumes kann sogar ein Zeitpunkt ermittelt werden, von wo an das Pulver auf die Umfangswände gar keine Wirkung mehr äussert. **)

---

*) Die Absicht, versuchsweise bei der Luftbesetzung diesen Abschluss zu bewirken, war es, die den oben, §. 29. S. 445. genannten Vorschlag des Geschwornen Holzberger zu Kupferberg veranlasste: die Zündspur im Sprengpfropfe unten mit einer sich nach erfolgter Entzündung schliesenden Lederklappe zu bedecken.

**) Piobert, in seiner Artillerielehre, theoret. Theil, deutsche Uebers., giebt S. 37. für die Spannung des entwickelten Gases aus einer sich mit einem Male entzündenden Pulvermasse, die Formel

$$\varrho = \frac{D\left(1 - \left(1 - \frac{t}{t'}\right)^3\right)}{k - \left(1 - \frac{t}{t'}\right)^3 \frac{D}{\delta}}$$

in Atmosphären, wo t' die Zeit innerhalb deren ein Korn des angewendeten Pulvers verbrennt, (Vergl. §. 27.) t die Zeit von der Entzündung an bis zu dem Augenblicke, für welchen man die Spannung sucht, D die scheinbare Dichtigkeit, δ die wirkliche, d. i. das specifische Gewicht, des Pulvers, $k = \frac{v'}{v''}$

Die dritte Erklärung der Wirkung: Ausdehnung der Luft durch die Hitze, könnte die Wirkung nur vermindern, da diese Hitze dem Pulvergase entzogen, dieses somit abgekühlt werden, also an Spannung verlieren würde.

Nach dem Allen hat sich die Luftbesetzung, ungeachtet der grosen Erwartungen, die man anfangs davon hegte, nicht nur nicht weiter verbreitet, sondern ist auch an den meisten Orten wieder verschwunden, wo man sie anfangs gut fand, selbst bei dem sächsischen Bergbaue, wo sie sogar von den Häuern günstig aufgenommen worden seyn soll.

Der Grund lag vielleicht in der Schwierigkeit den leeren Raum richtig darzustellen, namentlich durch das Gestemmbohren, vielleicht auch darin, dass schon durch die blose Anwendung eines Holzpflockes, welche bis in die neueste Zeit gesetzlich beibehalten worden ist, in Verbindung mit dem ohnehin nöthigen Gebrauche von an Breite abnehmenden Bohrköpfen dasselbe erreicht wurde, was man eigentlich wollte: Lockerheit der Ladung, Sicherheit beim Besetzen, ja ein gewisser Zwischenraum

---

und $D = \frac{\delta\, v''}{v'''}$ wo v' der Raum, in welchem sich das entwickelte Gas ausbreiten kann, v'' das wahre Volumen des Pulvers nach dem specifischen Gewichte, der Gröse und Anzahl der Körner berechnet, v''' der von dem Pulver eingenommene Raum.

S. 68. aber giebt P. für eine cylindrische Ladung, die an dem einen Ende entzündet wird und allmälig verbrennt $\varrho = \frac{D.\left(t - \frac{t'}{4}\right)}{t - \frac{t'\,D}{4\,\delta}}$ gültig von dem Augenblicke an, wo $t = t'$ oder mindestens (ohne merklichen Fehler) $t = \frac{1}{2}\, t'$, bis zu dem wo $t = \Delta - t'$, Δ die Zeit in der die ganze Ladung verbrennt.

Sind auch diese Formeln nur rein theoretische, die sich in der Wirklichkeit durch die örtlichen Verhältnisse, insbesondere den Grad der Abkühlung durch die Umfangswände, deren Beschaffenheit nach, u. s. f. sehr verändern, so gestatten sie doch eine Vergleichung des Erfolges für eine in kleinerem oder gröserem Raume erfolgende Verbrennung, übrigens ohne Rücksicht auf die Zusammendrückung der Luft.

schon von selbst blieb, obschon Trägheit, Unwissenheit und andere Ursachen selbst die Anwendung dieses Pflockes nach und nach mehr verdrängen liessen, (S. §. 29. S. 438.) die Abnahme der Bohrkopfbreite aber gegentheils von jener Zeit an doch vielleicht etwas gröser gemacht worden ist, als sie eigentlich, nur des Abführens wegen, selbst bei festem Gestein, zu seyn brauchte.

Nur hier und da hat sich diese Weise, wie z. B. bei dem nordischen Bergbaue der Raum unter dem Pulver, erhalten, oder ist gar später wieder als neu empfohlen worden, wie z. B. in der neuesten Zeit die Besetzung mit dem salzburger Sprengpfropfen von Kärnthen aus, wodurch ⅓ ja ½ an Pulver erspart worden seyn soll. (Vergl. Innerösterreichisches Gewerbeblatt. Jgg. II. (1840.) No. 69. Jgg. VI. (1844.) No. 43. No. 80.) Ja man hat von England aus sogar für das Schiesen aus Gewehren, wo eigentlich eine solche Concentration der Kraft auf einen einzigen Augenblick gar nicht, vielmehr ein allmäliger Druck Zweck seyn kann, die absichtliche Anbringung eines leeren Raumes angepriesen, welche, sofern nur das Gewehr stark genug sei um nicht zu zerspringen, gegen 20 % an Pulver ersparen lasse. [(Vergl. Dingler, polyt. Journal. Band LXXXVII. (1843.) S. 474.)

Am anwendbarsten dürfte diese Besetzung, wenn sie überhaupt nützlich, noch seyn:

1) bei nicht sehr festem, nicht gespannt stehenden, in grosen Massen gewinnbaren Gesteine, welches dadurch der Erfahrung nach, mehr in sich selbst zerrissen, weniger umhergeworfen wird, daher auch die anfänglichen so günstigen Erfolge bei den Versuchen von Wenzel und Baader in Freiberg (S. oben) fast nur in Steinbrüchen erlangt wurden, wenig in der Grube;
2) da wo man in dergl. Gestein einer schwächeren Ladung eine grösere Angriffsfläche darbieten will;
3) bei ganz dichter Absperrung der Ladung und des Luftraumes, daher bei Zündung des Pulvers mittelst

der electrogalvanischen Batterie, wo dieser Abschluss am vollkommensten erreicht werden kann, (Vergl. §. 55.) die günstigste Wirkung zu erwarten stände. *)

Uebrigens sind alle so zu besetzenden Bohrlöcher nicht nur tiefer zu schlagen, als ausserdem nöthig gewesen wäre, sondern es scheint auch die stärkste Wirkung allemal nach der Seite hin statt zu finden, wo der leere Raum liegt, daher, wenn er unter dem Pulver, nach unten, wenn er über demselben, nach oben, wesshalb auch von letzteren die Schüsse häufig über dem Pulversacke abhoben.

§. 50. Das Wegthun. — Bei gewöhnlicher Weise zu laden und zu besetzen besteht dasselbe eigentlich nur in dem unmittelbaren Anzünden der Ladung, wovon das oben beschriebene Einsetzen des Zünders u. s. f. schon die Vorbereitung ist.

Es kann nicht streng genug darauf gehalten werden, dass ein besetztes Bohrloch nicht auf längere Zeit stehen bleibt ohne weggethan zu werden, sowohl weil die Gesteinsfeuchtigkeit, wenn nicht gar ein wirklicher Wasserzudrang, die Ladung nass und somit unbrauchbar machen, auch sich die Zünderspur verstopfen kann, als auch der Gefahr wegen, dass ein solcher Schuss zufällig vor der Zeit entzündet wird. Sollte aber dennoch ein geladenes Loch einstweilen stehen bleiben müssen, z. B. weil die Schicht abgelaufen ist, oder weil überhaupt die Schüsse nach der Schicht durch besondere Leute weggethan werden, (obschon diese dann gewöhnlich auch das Besetzen zu verrichten haben,) so ist wenigstens kein Zünder einzusetzen, die Zündspur vielmehr mit einem Pflöckchen zu verschliesen, das Vorhandenseyn eines geladenen Bohrloches aber durch ein Zeichen, z. B. einen daneben aufgesteckten Span oder dergl. bemerklich zu machen.

*) Bei einer grosen mittelst Galvanismus bewirkten Sprengung des Felsens zu Dover in England, behufs einer Eisenbahnanlage, machte man die Pulverkammer drei Mal so gros als das Pulvervolumen. (Vergl. polytechnisches Centralblatt, Jgg. 1843. Bd. II. S. 881.)

Digitized by Google

Das eigentliche Anzünden ist so einfach, dass nach dem, was über die Vorbereitungen dazu beim Besetzen im §. 44. gesagt worden, etwas weiteres nicht hinzugefügt zu werden braucht. Es erfolgt durch das Anzünden des Schwefelmännchens, oder des denselben ersetzenden Dochtes, Papierstreifens, Schwammes (!), faulen Holzes (!!) oder endlich des Sicherheitszünders; —bei der Anwendung von dergl. — unmittelbar, sofern der Häuer auf ein hinreichend langes und regelmäsiges Fortbrennen desselben rechnen zu dürfen glaubt, um sich in Sicherheit bringen zu können; ein Mangel, welcher noch in höherem Grade den genannten Ersatzmitteln des Schwefelmännchens eigenthümlich ist.

Bevor aber der Häuer ansteckt, hat er 1) alles in der Nähe liegende Gezähe, Geräth und dergl., was durch den Schuss und die davon herumgeschleuderten Wände zerstört werden kann, auf die Seite zu räumen. Dies gilt vornehmlich auch von Fahrten, da wo diese nicht unmittelbar zum Entfliehen der Häuer nöthig sind; wo aber letzteres der Fall ist und er sie nicht noch bei seinem Rückzuge selbst mitnehmen kann, hat man sie zweckmäsig durch die nicht so schnell zerstörbaren Steigbäume oder Köhlertreppen d. h. Holzstämme mit eingehauenen Stufen, zu ersetzen;

2) hat er sich schon vorher nach einem sicheren Zufluchtsorte umzusehen, den er schnell genug erreichen kann.

In der Grube wird die Gelegenheit dazu durch die Krümmungen und Vorsprünge der Räume gegeben, hinter die sich der Häuer zurückziehen kann; sollte indess der Bau durchaus oder auf eine grose Entfernung eine gerade Richtung haben, wie bei Stölln, Strecken, noch öfter bei Schächten der Fall seyn kann, so sind besondere Schutzvorrichtungen, Schusswände auf Strecken, Schussbühnen in Schächten, ausdrücklich vorzurichten. Beide werden aus starken Holzstämmen gebaut, erstere wohl auch, bei hohen Strecken, doppelt und auch oben ebenso abgedeckt, damit der Häuer in der so hergestellten Kammer auch gegen oben darüber

Digitized by Google

hereinfliegende Wände geschützt ist; Schussbühnen aber oben mit einer Decke von klaren Bergen bestürzt.

Die blose Entfernung schützt in solchen ganz geraden Räumen um so weniger, je gröser, besonders höher deren Queerschnitt ist, weil in solchen der Erfahrung nach einzelne Wände oft ungemein weit getrieben werden. Eben so wenig dürfen Wände und Bühnen zu nahe stehen, weil sie sonst ebenfalls zerschlagen werden. Jemehr Zeit die Häuer nöthig haben, um sich in Sicherheit zu bringen, desto länger müssen natürlich die Schwefelmännchen u. dergl. seyn.

In gleicher Absicht sind daher auch in Abteufen, Ueberhauen, Försten- und Strossen-Bauen, kurz überall, wo sich die Häuer in einen anderen Horizont bringen müssen, denselben durch Fahrten die Mittel zu geben diess schnell und sicher zu thun; ganz ungeeignet aber ist das noch viel, besonders da wo überhaupt in Schächten keine Fahrten in Gebrauch sind, wie oft in Kohlengruben, übliche Verfahren: die Häuer an einem Seile, durch Haspel oder gar Göpel herauszuziehen, weil hierbei durch die geringste Zögerung oder Behinderung, der Häuer der nächstem Wirkung des Schusses ganz hülflos preisgegeben ist.

Aehnliches gilt über Tage, wo zwar gewöhnlich mehr und nähere Gelegenheit ist sich zurückzuziehen, aber auch die losgesprengten Stücke viel ungehinderter daher weiter, manchmal auf eine unglaubliche Entfernung, fortgeschleudert werden.

3) Ist auch für die Sicherheit der übrigen sich in der Nähe aufhaltenden Personen zu sorgen. Nach dem bei dem meisten deutschen Bergbaue hergebrachten Gebrauche lässt man alle in der Nähe arbeitenden Häuer sich entfernen, das erfolgte Anzünden aber durch den dasselbe verrichtenden Mann durch den Ruf verkünden „Angesteckt“ *) oder selbst noch vor dem Anstecken mit „angesteckt,“ nachdem diess aber ge-

---

*) In Spanien, (nach Ezquerra a. a. O. pag. 98.) „Santa Barbara!“

schehen, mit „es brennt," worauf er sich zurückzieht. Wo möglich hat er diess nach derjenigen Seite hin zu thun, von welcher her Jemand mittlerweile herbeikommen könnte, um ihn abzuhalten; sind mehrere Häuer an einem Baue, so vertheilen sie sich wohl nach den verschiedenen Zugängen.

Bei Steinbruchsarbeiten über Tage wird das beabsichtigte Sprengen der Umgebung durch aufgesteckte Fähnchen angezeigt.

Wenn mehrere Häuer in einem und demselben Baue arbeiten, so ist es rathsam, dass sie sich so einrichten, dass sämmtliche Schüsse zu derselben Zeit weggethan werden, weil sich sonst nicht nur während jedes Schusses alle von ihrer Arbeit entfernen müssen, sondern auch, wenigstens in der Grube, der durch die ersten Schüsse erzeugte Rauch das Anstecken der folgenden erschweren, ja gefährlich machen würde, indem mit dem Lichte statt des Schwefelmännchens leicht unmittelbar der Zünder angebrannt wird. *)

Dann besorgt ein einziger Häuer das Anstecken aller Schüsse, deren Standorte durch eingesteckte Spänchen oder dergl. bezeichnet werden. Sollte die Anzahl aber zu gros seyn, so wird dieses Geschäft durch Mehrere gleichzeitig bewirkt, die sich hineintheilen. Die Schwefelmännchen müssen dabei so lang gemacht werden: a) dass auch der zuerst angesteckte Schuss nicht eher losgeht, bevor der Häuer nach dem Anstecken des letzten sich in Sicherheit gebracht hat, und b) dass nicht mehrere Schüsse zusammen losgehen, damit man sie zählen und so hören kann, ob alle gezündet haben.

Letzteres kann wohl auch bei einer größeren Anzahl gerade die Ursache werden, dass man sie in mehreren Abtheilungen hintereinander wegthut, weil dieses

---

*) Auch in diesem Bezug erzählt Kranz in Karsten und von Dechen, Arch. f. Min. Bd. XV. (1840.) S. 416. von dem Bergbau auf Elba Originelles; in den dortigen Eisenstein-Tagebauen wird jeder Schuss einzeln weggethan, während eines jeden entfernen die Arbeiter sich auf einen Umkreis von mehr als 100 Schritt von ihrer Arbeit, kaum zurückgekehrt, ertönt dasselbe Signal von einer anderen Seite u. s. f.

Zusammenlosgehen mehrerer doch nicht allemal zu vermeiden ist; jedoch wird selten eine so grose Anzahl, wenigstens in der Grube, in solcher Nähe vereint seyn, dass sie diesen Einfluss auf einander hätten; über Tage aber in Steinbruchsarbeiten, kann man schon eher die einzelnen im Auge behalten, ist überhaupt dort an ein so gedrängtes Zusammenanstecken weniger so gebunden.

Eine Ausnahme muss ferner dann gemacht werden, wenn die Löcher so nahe aneinander stehen, dass durch das frühere Losgehen des einen von dem andern der Zünder weggeschlagen werden kann.

Aber auch in einer ganzen Grube oder einem Tagebaue sucht man in ersterer des Rauches, in letzterem der Störung wegen das Schiesen zu einer und derselben Zeit zu bewirken, z. B. zu Ende der Schicht, bei sechs- oder achtstündigen Schichten, vornehmlich in der gewöhnlich am stärksten belegten Frühschicht, bei anderen Eintheilungen zu Mittag.

In grosen oder doch unmittelbar zusammenhängenden Tage- oder auch Pingen-Bauen wird dann wohl ein allgemeines Zeichen mit einer Glocke, einem Horne, oder sonst gegeben, damit alle übrigen Arbeiter bis auf die das Anstecken Verrichtenden sich aus der Grube entfernen, worauf eine allgemeine Kanonade beginnt.

Früher wurde das Wegthun, wie schon das Besetzen, durch besondere Leute, Untersteiger, Gänghäuer oder Häuer, bewirkt, was sich noch von der allerersten Anwendung des Bohrens und Schiesens herschrieb, wo das dazu gehörige Verfahren noch als eine Art Geheimniss den übrigen Arbeitern unbekannt war, übrigens als etwas höchst gefährliches betrachtet wurde. Dieser Gebrauch hat sich nur noch hier und da erhalten, wo Untersteiger und Gänghäuer nach der Hauptschicht umherfahren und alle gebohrte Löcher besetzen und wegthun, mehr noch die sich davon herschreibende Einnahme der Ober- oder auch Unter-Steiger, — das Schiesgeld, — die ursprüngliche Bezahlung für das Besetzen und Wegthun.

Eine solche Einrichtung ist jedoch keinesweges empfehlungswerth, weil dadurch die Arbeit zersplittert,

Digitized by Google

somit aufgehalten wird, und es, wie bei jeder ähnlichen Handarbeit besser ist, dass Einer die ihm obliegende Arbeit, soweit sie zusammengehört, auch ganz verrichtet, weil dann der Arbeiter mehr Theilnahme für den Erfolg seiner Arbeit behält, selbst mehr dafür verantwortlich gemacht werden kann.

Sollte aber besorgt werden, dass die Häuer zu wenig Geschicklichkeit und Vorsicht besäsen, so sind sie auch eigentlich überhaupt zu Häuern noch gar nicht reif.

§. 51. Das Besetzen und Wegthun unter Wasser, kann in sehr verschiedenen Abstufungen nothwendig werden, von gewöhnlichem Wasserzudrange an, wie er nicht selten auch in der Grube vorkommt, bis zu den höchsten Ueberfluthungen der Bohrlochsmündung durch stehende oder fliesende Gewässer, welche Grade dann die Anwendung von im Einzelnen eben so verschiedenen Verfahren erfordern oder wenigstens gestatten.

In gegenwärtigem §. soll nur von denjenigen Verfahren gehandelt werden, welche sich noch als Abänderungen des bei trocknen Bohrlöchern angewendeten betrachten lassen und mit Bezugnahme auf das, was überdie einzelnen Erfordernisse schon in den vorigen §.§. gesagt worden ist.

Ist das Bohrloch nur einigem merkbaren Wasserzudrange durch das Gestein hindurch ausgesetzt, so ist das — schon mehr gedachte — einfachste Hülfsmittel: es auszuletten, d. h. es nach erfolgtem Abbohren mit trockenem Letten voll zu stampfen, und in diesen wieder durch Eintreiben eines Lettenbohrers (S. §. 22.) oder in dessen Ermangelung eines gewöhnlichen Stampfers von geringerer Schuhbreite, einen neuen Lauf einzutreiben, wodurch die Jnnenfläche des alten gröseren mit einem dünnen Lettenüberzuge bekleidet bleibt; hinreichend um auf die kurze Zeit bis zum Wegthun das Wasser von der Ladung abzuhalten; auch wohl etwaige Klüfte durch den Letten verschlossen werden. Hieraus folgt, dass dieses Verletten schon etwas weitere Bohrlöcher verlangt, enge ganz unbrauchbar, die Patrone zu dünn werden lassen würde. Diese wird dann wohl auch noch gewichst oder mit Inselt bestrichen.

Digitized by Google

Uebrigens sind solche Schüsse kurz anzustecken, d. h. die Schwefelmännchen kürzer zu machen damit weniger Zeit zwischen Anstecken und Losgehen verfliest.

Das in Schemerl, über Schiffbarmachung der Ströme S. 186. für denselben Zweck empfohlene Ausstreichen des Loches mit einem Kitte aus Harz, Wachs, Terpentin, Talg und gepulvertem Bolus oder Ziegelmehl (nach Anderen mit Letten oder gar römischen Cäment, (Van den Bergh,) möchte doch zu umständlich, daher wohl auch wenig benutzt, am wenigsten aber dann nöthig seyn, wenn noch überdem eine wasserdichte Patrone angewendet werden soll. *)

Ein fernerer Schutz für den Zünder kann bei Wasserzudrang dieses Grades noch dadurch erlangt werden, dass man ihn unter Anwendung der Fournet'schen und ähnlicher Stampfer (S. §. 20.) mitten in dem Lettenbesatze hinabführt. Bei stärkerem Wasserzudrange hat man sich aber wasserdichter Patronen zu bedienen, aus mit Pech, Wachs, Talg getränktem oder mit Firniss überzogenem, oder noch einfacher mit Stanniol umwickeltem Papier, getheerter Leinwand, gewichstem Leder, selbst wohl gefirnissten Därmen; (Vergl. §. 28.) minder gut von Holz, als zu viel Raum einnehmend, häufig endlich von Blech, ehemals verzinntem Eisen, in neuerer Zeit besser von Zinn-Blech, welches weniger Kraft zum Zerreissen der Patrone selbst verzehrt.

Sofern die Wassertiefe nicht so gros ist, dass man ein Zusammendrücken der Patrone zu fürchten hat, sind biegsame Hülsen allemal besser als ganz starre, weil sie sich der Höhlung des Bohrloches besser anschmiegen, dieselbe vollkommener ausfüllen. Bei den letzteren muss man desshalb um so mehr alle etwa ringsum bleibende Zwischenräume mit Sand oder Letten ausfüllen, obgleich schon das hineindringende Wasser etwas nützt. In Flüssen führt meist das Wasser schon selbst Sand hinein.

*) Schemerl, a. a. O. S. 187. will übrigens das Pulver sogar „mit einer eigends dazu erfundenen Maschine in die Patrone fest einschrauben" dass es wie ein Stein so fest liege, wodurch die Wirkung sehr ergiebig werde! — Eine solche Vorschrift bedarf keiner Beleuchtung.

Digitized by Google

Der Zünder muss bei solcher Besetzung natürlich durch den ganzen Besatz, — wenn dergleichen darauf gebracht wird, — und bis über die Oberfläche des Wassers heraufgeführt werden.

Bei nur stark wassernöthigen Löchern reicht wohl zuweilen ein gut geschlossener Schilfzünder oder ein Schiesröhrchen allein hin, gewöhnlicher aber wird er erst noch in ein Schiesröhrchen von Holz oder selbst Schilf eingesetzt, dieses fest in die Patrone eingebunden, mit Pech, Harz, auch wohl nur Letten und dergl. verdichtet. (Vergl. §. 31.) Unter wirkliche Wasserbedeckungen hinab werden die Zünder in Röhrchen von Papier, Leinwand, Leder, Caoutchouc, Blech, Blei, Holz, erstere auf gleiche Weise wasserdicht gemacht wie die Patronen, geführt, wenn jene nicht unmittelbar mit Pulver gefüllt sind.

Auch biegsame Zünd- und Schies-Röhrchen würden gegen das Zusammendrücken unter höherem Wasser durch innere Auskleidung mit Drahtspiralen abzusteifen seyn; (S. Cords in Förster, allgem. Bauzeitung Jgg. VI. (1841.) S. 69.) Blecherne Röhren werden zusammen- und an die Patrone angelöthet, oder aus Stücken, mit an den Enden angesetzten Kranzscheiben und dazwischen gelegter Verdichtung von gefettetem Leder u. dergl. zusammengeschraubt. Bleierne kann man schon an und für sich in längeren Stücken darstellen und diese dann ebenfalls wieder zusammenlöthen oder schrauben; sie gewähren den Vortheil, auf-, und beim Hinablassen mit der Patrone abgewickelt werden zu können, während steife blecherne Röhren in tieferem Wasser nicht gut anders als allmälig, stückweis aufzusetzen sind, was ohne Taucherglocke nicht ausführbar ist.

Das unterste Stück der Röhre wird allemal durch den Schuss zerstört; der übrige Theil wird durch Seile und Schwimmer, wohl auch durch ein kleines Gerüst, gerad gehalten, welche erstere ihn auch nach erfolgtem Schusse leichter wieder auffinden lassen.

Hölzerne Röhren werden, als blose Zündröhren zur Aufnahme von Zündern, nur etwa auf geringe Wasser-

Digitized by Google

tiefen angewendet, weil sie schwer wasserdicht zu erhalten sind, obschon sie zuweilen, aus einem Stücke gebohrt, oder aus mehreren zusammengesetzt nach Cords (in Förster's Bauzeitung Jgg. VI. (1841.) S. 67.) auch eine ziemliche Länge bekommen. — Die von Thunberg (Vergl. oben §. 47. S. 514.) angewendete ausgehöhlte Holzschiene, welche mit der Stange des Schlusskeiles zusammen, längs hinauflaufend, eine Röhre bildete, gehört zwar gewissermasen hierher, doch stieg sie nicht im freien Wasser auf.

Für Umstände, wie sie in der Grube gewöhnlich vorzukommen pflegen, sind übrigens Blech- und Blei-Röhren eben so unnöthig wie Blechpatronen.

Von geringeren Längen (Tiefen) an, über welche hinaus hohle Zünder u. dergl. nicht ausreichen, wird entweder das Zündrohr mit Mehlpulver gefüllt, als voller Zünder dienend, oder eine Zündschnur oder dergl. hinabgeführt.

Bei ersterem geht, wie schon §. 31. S. 459. bemerkt worden, viel Pulver auf; ist das Rohr weit, so zerplatzt es, ist es eng, so verlöscht es ehe die Zündung zu dem Pulver gelangt, vielleicht wegen der starken Abkühlung von aussen, vielleicht auch weil das Fortbrennen durch die Producte der Verbrennung gehindert wird, welche die zu geringe entwickelte Kraft aus dem langen engen Rohre nicht hinauszutreiben vermag.

Zündschnuren oder auch Zündlichter werden freilich am sichersten durch Feuerwerker gefertiget, besonders letztere, wenn sie gleichförmig, eine bestimmte Zeit fortbrennen sollen, z. B. um sie unmittelbar ohne Schwefelmännchen oder dergl. anstecken zu können und doch den dabei Beschäftigten Zeit zu lassen, sich zurückzuziehen.

Zu Zündschnuren werden baumwollne Fäden, am kunstgerechtesten in einer Auflösung von Salpeter in Brandwein getränkt, mit einem Breie aus Mehlpulver in Wasser oder in Brandwein ja selbst Campherspiritus, mit etwas arabischen Gummi angemacht, überzogen und

durch Hülsen von dünnem Papier geschützt. Sie müssen möglichst gleiche Stärke haben.

Brandwein statt Wasser ist bei diesen wie allen ähnlichen Zusammensetzungen dann besonders vorzuziehen, wenn sie einige Zeit aufbewahrt werden sollen, weil sonst der Salpeter ausblüht.

Zündlichter sind dünne Papierhülsen, welche mit einem Pulversatze voll und dicht ausgestopft werden, daher sie zu den gefüllten Zündern gehören; man bedient sich zu ihrer Füllung eines sogenannten faulen, d. h. langsam brennenden Satzes. Eine sehr brauchbare Zusammensetzung desselben ist die aus 12 Gew. Thl. Salpeter, 3 Thl. Schwefel, 12 Thl. Mehlpulver und 1 Thl. Colophonium, fein gepulvert, innig gemengt, möglichst dicht gestopft; — sehr brauchbar sind aber auch überhaupt nach Meyer, alle Zusammensetzungen aus Mehlpulver und Salpeterschwefel, (bestehend aus 75 Salpeter auf 25 Schwefel,) in je gröserem Antheile der letztere dem Mehlpulver zugesetzt wird, desto langsamer brennt das Gemenge; von 60 Salpeterschwefel auf 40 Mehlpulver an braucht es gar nicht mehr dicht gestopft zu werden. Ein Stück solchen faulen Satzes wird wohl selbst an eine gewöhnliche Zündschnur oder auf ein gefülltes Zündrohr oben noch befestigt. (Vergl. Mining review, vol. IV. (1838.) p. 96.) Einfacher als alle diese schon künstlichen Vorrichtungen bleiben für das Schiesen unter Wasser immer die neueren Sicherheitszünder (S. §. 31. S. 462. u. f. f.) welche aber ebenfalls nicht gut anders als in Röhren hinabgeführt werden dürften, da auch die Hülle durch Nachglimmen sich theilweis verzehrt. Sollten auch dieselben die Entzündung wirklich nicht, wie ihre Verfertiger anrühmen, bis auf 200 Fus sondern, wie Pasley (Vergl. §. 31. S. 466.) gefunden hat, nur bis auf 60 Fus mit Sicherheit fortpflanzen, so ist diess doch viel mehr als von einer der anderen Weisen erwartet werden darf.

Wird auf die Ladung auch ein fester Besatz von Letten, oder, da dieser wegen der Erweichung durch das Wasser nicht rathsam erscheint, von Schiesgrant,

Digitized by Google

Ziegelsteinen u. dergl. gebracht, so hat man, sowohl um ihn gut und bequem einstampfen zu können, als auch weil es häufig bei gröserer Wassertiefe unmöglich gefunden worden, die Entzündung durch Zündröhren, Zündschnuren, Zündlichter u. dergl. ohne weiteres fortzupflanzen, mehrentheils in die dazu trichterförmig ausgebohrte Mündung des Bohrloches eine hölzerne, oder noch besser eisenblecherne Röhre eingesetzt, diese durch umgewickeltes getheertes Werg, altes Seil, Lappen, wohl auch nur durch Letten, wasserdicht abgeschlossen, das Bohrloch mit Schwämmen ausgetrocknet, (was übrigens bei der Anwendung wasserdichter Patronen ganz unnöthig ist,) geladen, auf die Ladung endlich bis zu der nöthigen oder zu gestattenden Höhe Letten oder anderen Besatz gebracht. (S. Schemerl, S. 185. Cochius, S. 78. Van den Bergh, S. 23. u. A. a. d. a. O.) Cochius, (in der Sammlung nützlicher Aufsätze und Nachrichten d. Baukst. betr. Jgg. 1789. Thl. 2. S. 76. 77.) will auf diese Weise den Wasserzudrang so vollkommen abgesperrt haben, dass er das Pulver sogar ohne alle Patrone in das Loch füllte.

Nach einer anderen von ihm a. a. O. S. 75. beschriebenen Weise, die sich freilich ebenfalls nur für geringe Wassertiefen eignet, soll die aufgesetzte hölzerne Röhre aus zwei Stücken bestehen, von denen das untere weiter gebohrte und unten geschlossene in das (also dazu nothwendig sehr weite,) Bohrloch eingesetzt, hierauf geladen und dann erst das obere enger gebohrte bis über den Wasserspiegel hinaufreichende Stück, aufgeschraubt und mit Pech abgedichtet wird. Letzteres Stück dient nur als Zündröhre. — Dieses Verfahren ist sehr umständlich.

Gegentheils haben Andere wie Thunberg, Van den Bergh, (S. a. d. a. O.) eine blecherne, unten durch einen Boden geschlossene Röhre angewendet, welche ganz in das Bohrloch eingeschoben wird, in diese aber auch noch eine wasserdichte Blechpatrone eingesetzt. — Auch der Raum um die äussere Röhre herum soll mit Sand, Lehm, Cäment, Kitt, ausgefüllt werden.

Das Zersprengen dieses doppelten Bleches muss natürlich die Wirkung des Schusses sehr tief herabziehen.

In diesem Rohre soll nun der Besatz nur bis zu derjenigen Höhe eingestampft werden, durch welche sich die Entzündung noch fortzupflanzen vermag, (nach Van den Bergh also nicht über 3 Fus,) die übrige leerbleibende Höhe aber der Zünder in dem Schiesröhrchen frei hinaufgeführt werden, soweit es dort überhaupt noch eines Schiesröhrchens bedürfte.

Damit ferner bei dem Besetzen mit Letten oder Schiesgrant weder das Schiesrohr zerdrückt noch auch die Patrone zusammengedrückt wird und aufplatzt, ist in den Nachrichten über die Arbeiten im Donaustrudel, in den Jahren 1778—81. S. 29. als Sicherungsmittel bezeichnet: das blecherne Schiesröhrchen mit dem Zünder erst noch in ein eisernes Rohr zu stecken, an dessen unteres Ende noch eine eiserne Platte angeschweist ist, welche auf die Patrone zu sitzen kommt und diese bei dem Besetzen vor Stösen schützt.

Die Thunberg'sche Keilbesetzung, ebenfalls besonders unter Wasser anwendbar, ist schon in §. 30. und §. 47. beschrieben worden, hier aber möchte noch dazu bemerkt werden, dass Thunberg den Widerstand derselben noch dadurch zu verstärken suchte, dass er über dem Wasser eine starke noch überdiess belastete Bühne aufstellte, gegen welche die Stange des Schlusskeiles durch die Explosion angetrieben und davon in der Röhre zurückgehalten werden sollte. —

Auch Sandbesetzung ist in Vorschlag gekommen, würde jedoch, in einer Röhre eingebracht, in Folge der geringen Reibung an den Wänden derselbe aller Wahrscheinlichkeit nach nur bei bedeutender Höhe etwas nützen, wenn aber der Wasserzudrang nicht vollständig abgehalten werden könnte, nicht mehr als Besetzung mit Wasser.

Diese Besetzung mit Wasser ist weit gewöhnlicher. Sie ist schon in der Grube bei solchen Löchern angewendet worden, welche sogleich voll Wasser laufen, bei denen daher wohl die Patrone durch Pflöckchen oder auch durch Rasen befestigt werden muss, damit sie nicht

Digitized by Google

gehoben wird. (S. Gilbert, Ann. d. Phys. Bd. LVI. S. 91.) häufiger aber noch zum Sprengen unter höherer Wasserbedeckung. Eben so ist aber schon oben §. 30. angedeutet worden, dass sie der Art des Besatzmittels nach, eine grose Höhe bis zur Mündung des Bohrloches erfordert, um bei festem Gestein hinreichenden Widerstand zu leisten, dass gegentheils wenn auch die Mündung noch unter dem Wasserspiegel liegt, der Druck des Wassers bis zu letzterem auch den Widerstand des Gesteines, somit die erforderliche Ladung vergrösert. Indess ist das Sachverhältniss doch nicht ganz dasselbe als wenn der Druck von einer festen Masse ausgeübt würde, weil in jenem oberen Theile das Wasser nicht wie ein Pfropf hinausgetrieben werden kann, sondern der auf den Querschnitt des Bohrloches ausgeübte Stos sich auf die ganze Masse, auch die zur Seite, vertheilt, das zur Seite stehende Wasser gegentheils denjenigen Raum sofort wieder auszufüllen strebt, aus welchem ein Theil durch die Kraft des Pulvers fortgeschoben, von dem entwickelten Gase verdrängt worden ist, daher das Wasser dem Gase den freien Ausgang mehr versperrt, als diess bei dem Hinausschieben eines festen Pfropfes, wo blos die Reibung zu überwinden ist, der Fall seyn würde.

Geringer ist indess erfahrungsmäsig die Leistung allemal als bei festem Besatze.

Die nöthige Höhe der Wasserbedeckung richtet sich natürlich nach der Stärke der Ladung, daher auch die Angaben darüber so verschieden ausfallen und während Cochius (a. a. O. S. 79.) 1 Fus Höhe für hinreichend hält, Bald in Brewster, Edinbourgh philosophical journal vol. V. (1821.) p. 13.) 12 Fus angiebt, wobei das Fahrzeug noch ohne Gefahr in der Nähe verweilen könne, sind gegentheils beim Sprengen von Schiffswraken, Wasserkegel von 80—90 Fus Höhe in die Luft gehoben worden. Bei Sprengungen letzterer Art, über die §. 72. noch etwas anzuführen seyn wird, ist natürlich die Wasserbesetzung in der Regel die allein mögliche.

Digitized by Google

§. 52. Eine andere Weise des Entzündens unter Wasser ist das durch glühende Eisenstückchen oder, in neuerer Zeit, auch durch Stückchen Zündbrändchen, die man von einem über dem Bohrloche stehenden Fahrzeuge aus durch das blecherne Zündrohr hinabwirft. Die Ursache ihrer früher sehr gewöhnlichen Anwendung war die mehr erwähnte (S. §. 31. S. 460 u. 461.) Schwierigkeit bei tiefem Wasser, also langen Röhren das Anzünden mittelst einer Zündschnur oder dergl. zu bewirken, welche nicht fortbrannten. Bedingung dabei ist freilich eine so grose Wassertiefe, dass das Fahrzeug ohne Gefahr über dem Schusse verweilen kann; auch muss das Zündrohr ziemlich weit seyn, damit die hineingeworfenen Körper nicht darin sitzen bleiben, wodurch wieder mehr Kraft entweicht. (Vergl. Brewster, Edinb. philos. Journal. vol. V. (1821.) p. 18. — Mining Review, vol. IV. (1838.) p. 95.)

§. 53. Entzündung durch Wasser oder Schwefelsäure. Auch des Wassers hat man sich zum Zünden beim Sprengen unter Wasser bedient. Hierzu ist als Zündmittel Kalium oder eine Zusammensetzung damit erforderlich. Eine solche gab schon im Jahre 1822. Serullas an, welche sich durch Berührung mit Wasser entzünden und so stark explodiren solle, als ein starkes Schiespulver. Sie besteht nach den Annales de physique et de chimie t. XXI. (1822.) p. 197.) aus 100 Gew. Thl., Brechweinstein und 3 Gew. Thl. Kohlenpulver, innig gemengt und in einem mit Kohlenpulver ausgeriebenen gut verklebten Schmelztiegel in starkem Reverberirofenfeuer geglüht, sodann, noch in dem Tiegel, 6 bis 7 Stunden lang abgekühlt, weil sie sonst plötzlich an die Luft gebracht explodirt.

Statt dessen können auch 100 Gew. Thl. Antimon, 75 verkohlter Weinstein und 12 Kienrus angewendet werden. *)

*) In K. W. G. Kastner, Archiv für die gesammte Naturlehre Bd. I. (1824.) S. 113., so wie in Dingler, polyt. Journ. Bd. XIII. (1824.) S. 238. ist statt 75 nur 17 Weinstein angegeben, was wohl zu wenig seyn möchte.

Digitized by Google

Von der wirklichen Anwendung einer solchen Zündung, mittelst reinem Kalium ist ein Fall in Crelle, Journal für Baukunst Bd. IV. (1831.) S. 435. u. s. f. von Stralsund aufgeführt, woselbst sich ihrer der Stadtbaumeister Lubke zum Sprengen eines Steines in dem Peene Flusse bediente.

Derselbe brachte auf die Ladung im Bohrloche eine blecherne Zündröhre, in deren oberste ausgetrichterte Oeffnung quer durch ein Draht gesteckt war, an dem ein hohler blecherner Kegel sas, welcher somit, ohne weitere Unterstützung, schon durch sein eignes Gewicht umfiel. Diese Unterstützung erhielt er durch ein, von einem Paar ebenfalls in der Röhrenmündung angelötheter Blechstreifchen getragenes Stück Feuerschwamm.

Man füllte den Becher in dieser aufgerichteten Stellung mit 10 bis 12 Tropfen Wasser, zündete den Schwamm an und liess nun erst ein Kalium-Kügelchen in der Röhre hinab auf das Pulver fallen. Als der Schwamm verbrannt war, verlor das Becherchen dadurch seine Unterstützung, schlug um und liess das Wasser in der Röhre hinablaufen, welches das Kalium erreichend die Zündung bewirkte. Dieses Verfahren scheint jedoch etwas unzuverlässig, wegen der Schwierigkeit das richtige Mas des Wassers zu treffen; zu wenig würde das Kalium nicht entzünden, nicht einmal hinablaufen, zu viel das Pulver annässen; ja es ist schon ein Hängenbleiben der Kaliumkugel in der Röhre nicht unmöglich. Statt des Wassers brachte Meyer (in O. L. Erdmann, Journal für tech. u. öconom. Chemie, Bd. XVII. (1833.) S. 217.) auch Schwefelsäure in Vorschlag und gab als Zündpulver, welches sich am besten dazu eigne, eine Zusammensetzung aus 79 chlorsaurem Kali, 15, 5 Schwefel, 5, 5 Kohle an, auf welche einige Tropfen concentrirter Schwefelsäure auf einmal auffallen müssen.

Diess könnte auf gleiche Weise bewirkt werden, wie bei dem Wasser, wäre jedoch fast noch schwieriger zudem das Handiren mit Schwefelsäure immer etwas missliches.

Digitized by Google

§. 54. Die Entzündung durch Percussion. So wie die Entzündungsweise der Ladungen in Gewehren und Geschützen durch Percussion, d. h. durch Schlag oder Stos, mehr und mehr in Gebrauch kam, so lag auch deren Anwendung beim Sprengen sehr nahe. Obschon sich dieselbe nicht für das gewöhnliche Schiesen im alltäglichen Gebrauche eignet, so können doch Umstände eintreten, unter denen diese Weise zu den zweckmäsigsten gehört, vornehmlich dann, wenn die Entzündung von einer gröseren Entfernung aus bewirkt werden soll, also z. B. auch beim Schiesen unter höherer Wasserbedeckung. Erforderlich ist zu ihrer Ausführung 1) ein sich schon durch einen Schlag leicht entzündender Zündstoff; 2) eine Vorrichtung, um einen hinreichend starken Schlag oder Stos aus beliebiger Entfernung auszuüben.

Der Zündstoff besteht am einfachsten in sogenanntem Knallpulver, womit Zündhütchen u. dergl. angefüllt werden.

Da die Benutzung des Knallpulvers beim Sprengen hier nur eine gelegentlich entlehnte ist, so sind nur der Vollständigkeit wegen einige wenige Worte über dessen Zusammensetzung beizufügen. Der wesentlichste Bestandtheil desselben ist entweder chlorsaures Kali, Knallquecksilber oder auch Knallsilber. Der dem ersteren beiwohnende Mangel: die Schiesgewehre mehr anzugreifen, ist bei der Anwendung zum Sprengen ohne allen Einfluss, daher man freie Wahl hat. — Das Knallquecksilber gegentheils wird schon durch einen schwächeren Schlag entzündet, ist jedoch zu flüchtig, schnell abkühlend, so dass es seinerseits der Pulverladung diese Entzündung schwerer mittheilt, daher bei ihm wie auch bei dem Knallsilber ein Zusatz von Mehlpulver unentbehrlich ist.

Eine Zusammenstellung einer Anzahl der hauptsächlichsten Vorschriften zur Bereitung von Knallpulver, welche Karmarsch in Prechtl's Jahrbüchern des polytechn. Institutes zu Wien, Bd. V. (1824.) S. 56. u. f. f. und Bd. VIII. (1826.) S. 227. u. f. f. mit-

Digitized by Google

theilt, giebt folgende, zum Theil sehr abweichende, Vorschriften.

Dem Gewichte nach:

6 Thl. chlorsaures Kali, 1 Schwefel, 1 Holzkohle (d. ursprüngliche v. Berthollet.)
5 - - - 1 - 1 -
3 - - - 1 - 1 -
16 - - - 6 - 4 -
48 - chlors. Kali, 12 Schwefelblum., 6 Holzk., 1 arab. Gum.
196 - - - 68 - 34 - 12 - - -
5 - - - 2 - 1
100 - - - 12 - 10
100 - - - 12 - 16
12 - - - 3 - 2
100 - - - 55 Salpeter, 33 Schwefel, 17 geraspeltes und gesiebtes Faulbaumholz, 17 Lycopodium mit schwachen Gummiwasser angemacht.
54 - - - 21 Salpet., 18 Schwefel, 7 Lycopodium (nach Gengembre und Bottée.)
10 - Knallsilber, 30 Mehlpulver, 1 Gummi.
16 - Howard'sch. Knallquecks., 2 Schwefelbl., 1 Kohlenp.
3 - - - — - 1 -
2 - - - — - 1 -

Nach Aubert, Pelissier und Gay Lussac (in den Annales de chimie et de physique t. XLII. (1829.) p. 1. et suiv. — auch in Poggendorf's Annalen Bd. XVII. (1829.) p. 364.) soll aber das Verhältniss von 10 Knallquecksilber auf 6 Mehlpulver das beste seyn. *)

Die einfachste Weise, den Stos auszuüben, soweit sie der Oertlichkeit nach anwendbar, ist die mittelst eines niederfallenden Gewichtes, wie man sie z. B. nach Karsten Arch. f. Min. Bd. VII. (1834.) S. 187. ein-

*) Die Bereitung des Howard'schen Knallquecksilbers ist in demselben Aufsatze angegeben.

Digitized by Google

mal bei dem mansfeldischen Bergbau in Anwendung gebracht hat, um ein von einem Schachtabteufen aus gestosenes Bohrloch mit einem Grubenbaue durchschlägig zu machen, auf welchen dasselbe gerichtet gewesen war, ihn jedoch verfehlt hatte, obschon jedoch nur um soviel, dass man hoffte, die dazwischen befindliche Gesteinsbrust mittelst eines Schusses durchbrechen zu können. Man richtete dazu eine wasserdichte Patrone, Taf. VIII. Fig. 24. aus in Wachs getränktem und mit Pech überzogenem Papier vor, welche mit Leinwand umwickelt und sodann nochmals mit Pech überzogen wurde. In ihr wurde zuvörderst ein auf einer eisernen Scheibe a, als Fus, stehender dergl. Stab b, eingesetzt, der in der Mitte der Patrone aufstieg, und oben in 5 Spitzen c endigte, auf welche man, nachdem der ganze übrige Raum bis an sie, mit (2½ Pfd.) Pulver gefüllt worden war, Zündhütchen aufsetzte. Zwischen den Spitzen, an der mittleren befestigt, wurde eine Feder angebracht, welche eine eiserne Scheibe d in 1 Linie Abstand über den Zündhütchen, hielt. Nachdem nun die ganze Patrone auch oben über letzterer Scheibe wasserdicht geschlossen worden, wurde sie in das 25 Lachter tiefe Bohrloch an einem Faden hinabgelassen. Hierauf schraubte man unten an das 900 Pfd. schwere eiserne Bohrgestänge einen Kolben an und liess dasselbe aus ¼ Lachter Höhe auf die Patrone auffallen; die Scheibe wurde dadurch auf die Zündhütchen aufgestosen, diese explodirten, zündeten die Ladung an und der beabsichtigte Erfolg wurde erreicht.

In anderer Weise hat ein Capitain Norton, (im London, Edinbourgh and Dublin, philosophical magazine and journal of science, vol. XIX. (1841.) p. 240.) behufs des Sprengen's versunkener Schiffswrack's vorgeschlagen: in eine wasserdichte Patrone ein oben geschlossenes Flintenrohr einzuschrauben, in letzterem einen 1 Fus langen ½ Pfd. schweren, unten mit einem Zündhütchen versehenen Eisenstab an einem aufgespaltenen Federkiele (?) aufzuhängen, und hierauf die Patrone senkrecht in das Wasser hinabzulassen; beim Auftreffen

auf dem Grunde soll der Stab durch den Stos im Rohre hinabfallen und die Explosion bewirken.

Dieses Verfahren scheint doch ziemlich gekünstelt und nicht sehr sicher vor vorzeitiger Entzündung zu seyn.

Beiläufig schlägt übrigens der Erfinder auch noch vor, in dem Falle, dass man die Patrone nicht wasserdicht herstellen könne, Knallsilber anzuwenden, welches auch feucht durch den Stos explodire.

Allgemeiner und in jeder beliebigen Richtung, daher ebenso da anwendbar, wo die Entzündung in horizontaler Richtung fortgetragen werden soll, wie z. B. auf Stölln und Strecken, kann das den Stos bewirkende Gewicht, oder alsdann noch besser ein dasselbe ersetzender Hammer, an einer Feder durch einen Zug ausgelöst und dazu eine Einrichtung wie die zum Abfeuern von Minen, Geschützen, ja selbst wie die von Gewehren, gegeben werden.

Eine sehr einfache dieser Art stellt Taf. VIII. Fig. 25. A. Seiten- B. obere Ansicht dar, wo a der durchbohrte Knopf oder Kegel, auf welchen das Zündhütchen aufgesteckt wird, b ein Hammer an einer Feder, welche in c befestigt ist und durch einen Winkelhebel in Wirksamkeit gesetzt wird, der seinen Stützpunkt in d hat, mit dem kurzen Arme e unter den Hammer fasst und mit dem längeren f an einer Zugleine g befestigt ist. Zieht man letztere an, so hebt der Arm e den Hammer d auf und spannt die Feder bis letzterer von ersterem verlassen und nun von der Feder auf das Zündhütchen aufgeschlagen wird.

Bei dieser Einrichtung liegt der Hammer nicht auf dem Zündhütchen auf und muss daher, abgeschnellt, durch die Elasticität der Feder bis unterhalb seiner Lage der Ruhe schlagen; will man letzteres nicht, weil dabei natürlich zugleich die Kraft vermindert wird, so kann auch der Hammer im Zustande der Ruhe unmittelbar auf dem Zündhütchen aufliegen, jedoch hat man dann der Sicherheit halber darunter noch einen Aufhalter h anzubringen, welcher den Druck der Feder so lange

Digitized by Google

aufnimmt, bis Alles zum Abfeuern vorgerichtet ist, worauf man ihn zur Seite (in die punktirte Stellung,) dreht.

Der sächs. Oberleutnant Peschel, dessen Schriftchen über Minenentzündung durch Percussion, (Dresden, 1834.) diese sehr einfache Vorrichtung entlehnt ist, führt übrigens (S. 11 — 13.) an: dass es zu sicherer Entzündung nöthig sei, dem Zündcanale — auf dessen Mündung das Hütchen sitzt, — eine hinreichende Weite, dem Zündhütchen eine entsprechende Gröse und dadurch dem erzeugten Strahle eine gewisse Stärke zu geben, um auf einige Entfernung wirken zu können, so wie auch diesem Strahle in seinem Wege etwas Pulver blos gestellt seyn müsse, welches von ihm nicht auf die Seite geworfen werden könne bevor es sich entzünde, was ausserdem leicht der Fall sei. Diess bewirkt er durch ein an den Zündcanal angeschraubtes knieförmiges Rohr, in welches das Pulver gebracht wird.

Trifft übrigens der Strahl unmittelbar in die ganz gefüllte Patrone, oder ist, noch besser auch der Zündcanal mit Pulver gefüllt, so ist ein Versagen durch zur Seitewerfen des Pulvers nicht zu fürchten. *)

Eine sehr ähnliche Vorrichtung zum Losdrücken ist auch zum Sprengen unter Wasser angewendet worden, (s. Cords in Förster's, allgem. Bauzeitung Jgg. VI. (1841.) S. 65.) Bei ihr stöst der Hahn (Hammer) einen durch das Wasser an einer hölzernen Leitschiene hinabgehenden eisernen Stab auf das auf einem unmittelbar über der Ladung befestigten Kegel sitzende Zündhütchen nieder. Der Stab wird bis zum Gebrauche, während des Transportes u. s. f. durch eine auf dessen oberes Ende wirkende Press-Schraube in seiner Stellung ½ Zoll über dem Zündhütchen festgehalten.

Das untere Ende des Stabes wird mit dem Kegel durch übergebundene doppelte Schweinsblase, die zum

*) Eben so kann man sich der Einrichtung von Percussions-Gewehr-Schlössern bedienen, deren eine grose Anzahl in den obengenannten Aufsätzen von Karmarsch beschrieben sind.

Digitized by Google

Ueberflusse immer noch mit Caoutschouc ausgekleidet ist, wasserdicht und doch beweglich verbunden.

Eine aufgesetzte hölzerne Röhre, durch welche der Stab hinabginge, möchte bei nicht grossen Tiefen noch einfacher seyn.

Endlich gedenkt der genannte Berichterstatter, Cords, noch eines anderen Zündmittels, als eines von ihm angewendeten, welches ebenfalls zu den Zündungen durch Percussion gehört; ein Gemenge von Magnesia und Phosphor in dem Gewichtsverhältnisse wie 3:2 zusammengesetzt, innig gemengt und in einem verschlossenen Glasfläschchen im Sandbade bis zu 80° R. erhitzt.

Diese Mischung soll sodann, der Luft bei einer höheren Temperatur als 4 bis 5° R. ausgesetzt, sich sehr heftig entzünden.

Das Fläschchen wird in das ausgetrichterte Ende einer mit der Ladung wasserdicht verbundenen Röhre, mit dem Halse nach unten, eingesetzt, in dem oberen Ende der Röhre aber eine eiserne Kugel mittelst eines durchgesteckten Drathstiftes befestigt. Zieht man den letzteren heraus, so fällt die Kugel hinab, zerschlägt das Fläschchen und das Pulver wird entzündet. Eine so weite Röhre wie hierzu nöthig würde freilich eine sehr grose Ladung voraussetzen, wenn nicht gar zu unverhältnissmäsig viel Kraft entweichen soll, jedoch könnte jene Entzündung auch nur das obere Ende eines dünnen Zünders treffen, der sie von da erst bis hinab fortpflanzte.

§. 55. Entzündung des Pulvers durch Electrität und Galvanismus.

Schon längst hatte man versucht das Pulver durch den electrischen Funken zu entzünden; obgleich diess jedoch schon Franklin gelungen seyn soll, (S. Dingler, pol. Journal Bd. LXXXV. (1842) S. 275.) später im Jahre 1823 von Harris,*) im Jahre 1831, von Shaw wirklich auf Sprengladungen angewendet

*) Harris soll hierbei den mittelst einer Electrisirmaschine erzeugten Funken auf sehr grose Entfernungen fortgepflanzt haben.

Digitized by Google

wurde (S. Dingler, pol. Journal Bd. XLII. (1831.) S. 387. Bd. LXXIII. (1839) S. 121.) überhaupt aber zum Zünden von Kriegsminen oft benutzt worden seyn soll, (S. Documens rélatifs à l'emploi de l'électricité, Paris 1841. p. 77.) so waren doch hierzu nicht nur starke Batterien, und sehr gut isolirte Leiter nothwendig, wenn nicht das Pulver ohne erfolgende Entzündung nur aus einander geworfen werden sollte,*) sondern es blieb der Erfolg auch wegen des starken Einflusses des wechselnden Feuchtigkeitszustandes der Atmosphäre immer noch sehr unsicher, aus diesen Ursachen die ganze Entzündungsweise mehr nur ein Gegenstand der Versuche in physikalischen Hörsälen.

Erst in neuester Zeit hat man dieselbe in England und Deutschland wieder in verbesserter Weise aufgenommen, wovon am Schlusse dieses §. gesprochen werden soll, um den Gang der geschichtlichen Entwickelung nicht zu verlassen.

Ein weit günstigerer Erfolg schien nehmlich von der Anwendung des Galvanismus zu erwarten zu seyn; von dem electrischen Strome welcher mittelst eines galvanischen Apparates erzeugt, bei seinem Durchgange durch einen Metalldrath denselben zum Glühen zu bringen und dadurch die Entzündung des Pulvers gerade auf dem entsprechendsten Wege zu bewirken vermag.

Von dieser letzteren Zündungsweise soll zufolge der Documens etc. p. 13. in Russland schon im Jahre 1828 zum Sprengen von Kriegsminen Gebrauch gemacht und ein günstiger Ausfall erlangt worden seyn. Bekannter sind die von Hare zu Philadelphia in den Jahren 1831—32 angestellten Versuche geworden, Sprengla-

*) Dieser Vorgang scheint wesentlich auf der grosen Geschwindigkeit des Ueberspringens des electrischen Funkens zu beruhen, dessen Zeitdauer nach Wheatstone's Versuchen nur 0,000042 Secunden beträgt, daher er zu flüchtig ist um das znr ersten Entzündung erforderliche Glühen der nächstsn Pulvertheilchen mit Sicherheit hervorbringen zu können.

dungen durch Galvanismus zu entzünden. (S. Dingler, pol. Journal. Bd. LI. (1834.) S. 16. 431.) minder allgemein bekannt die gleichzeitig (in den Jahren 1831 und 1833,) in England durch Reid und Abbinett unternommenen Sprengungen versunkener Schiffe. (Vgl. Documens etc. p. 86.) Sehr ausgedehnte Versuche über die derartige Zündung von Kriegsminen wurden in den Jahren 1837 und 38 in Holland angestellt; (Vgl. Documens p. 1. 8. 9. u. f. f.) am stärksten aber wurde die Aufmerksamkeit erregt durch die von dem damaligen Oberst Pasley, nach zahlreichen zu Chatham angestellten Vorversuchen und mehreren kleineren Schiffssprengungen im Jahre 1839 unternommenen grosartigen Sprengungen des Wrackes von dem im Jahre 1789 auf der Rhede zu Spitehead versunkenen Linienschiffes Royal George. (Vgl. Documens etc. p. 86. und Dingler, pol. Journal. LXXIV. (1839.) S. 396.) sowie durch die im Jahre 1843 von dem Ingenieur Cubitt unternommenen noch gröseren Felsensprengungen bei Dover in England, behufs der Führung der South-Eastern Eisenbahn. (Vgl. u. A. Crell, Journ. f. Baukunst, Bd. XVIII. (1843.) S. 366.)

Gleichzeitig beschäftigte man sich jedoch auch an anderen Orten mit diesem Verfahren und insbesondere war es der schottische Ingenieur Roberts welcher dasselbe sehr vervollkommnete und zu allgemeinerer Anwendbarkeit geeignet machte, die es auch von nun an mehr und mehr fand. Vorzugsweise war diess freilich der Fall bei Sprengungen mit sehr grosen Ladungen, von denen das Nöthige im Folgenden zu erwähnen seyn wird; in neuester Zeit hat jedoch der Berggeschworne Schmidhuber in Schneeberg in Sachsen seine Bemühungen mit günstigem Erfolge auch auf dessen Anwendung im Kleinen, auf gewöhnliche Sprengladungen beim Grubenbetriebe gerichtet. (Vgl. den Kalender f. d. sächs. Berg- und Hütten-Mann auf d. Jahr 1846. S. 1. u. f. f.)

Grundverhältnisse dieser Entzündungsweise. — Von der Theorie der Erregung des galvanischen Stromes — der Contactelectricität — kann natür-

Digitized by Google

lich hier nur das Nothwendigste berührt werden. Dieselbe beruht bekanntlich auf der Berührung zweier verschiedener Metalle unter Vermittelung einer erregenden Flüssigkeit, wodurch die in jenen gebundene — neutrale — Electricität in positive und negative zerlegt wird, deren jede sich in einem der beiden Pole des angewendeten Apparates abgesondert anhäuft. Werden diese Pole durch Dräthe oder sonstige Leiter wieder mit einander verbunden, so vereinigen sich in letzteren die beiden, durch den Apparat geschiedenen Electricitäten in zwei entgegengesetzten Strömen, welche physiologische, chemische und physicalische Wirkungen, unter denen letzteren auch Wärmeentwickelung, hervorzubringen vermögen.

Wird nehmlich in den zu verbindenden Leitungsdrath ein kurzes sehr dünnes Drathstück eingeschaltet, so kann dasselbe bei gehöriger Stärke des Stromes ins Glühen kommen. Führt man daher die von beiden Polen ausgehenden Leitungsdräthe nach einer Pulverladung und verbindet ihre getrennten Enden durch einen dergleichen dünnen Drath, so kommt letzterer nach erfolgter Schliesung der galvanischen Kette zum Glühen und entzündet, in eine Patrone eingeschlossen das ihn umgebende Pulver.

Diesen Drath zum Glühen zu bringen ist somit hier der letzte Zweck der Vorrichtung.

Arten der angewendeten Apparate und Batterien. — Auch auf die verschiedenen gerade für diesen Zweck in Anwendung gekommenen Batterien — denn anwendbar im Allgemeinen sind natürlich alle, die einen hinreichend starken Strom geben, — kann hier, so viel sie überhaupt bekannt geworden sind, nur soweit eingegangen werden, als es die Berücksichtigung jenes besonderen Zweckes erfordert.

Hare bediente sich zuerst eines sogenannten Calorimotors oder Deflagrators, (Vgl. Dingler, pol. Journ. Bd. LI. S. 16.) der, wie bekannt in der Hauptsache aus einem Zink- und einem Kupfer-Blatte besteht, welche, einander überdeckend, gleichzeitig um

einen Holzcylinder zu zwei gleichlaufenden Spiralen aufgewickelt, jedoch dabei mittelst dazwischen eingelegter schmaler Tuchstreifen oder Zink- oder Glas-Stückchen, in dem nöthigen Abstande von einander erhalten sind. Wird diese Spirale mit den nöthigen an beiden Blättern befestigten Leitdräthen verbunden und in die erregende — saure — Flüssigkeit eingetaucht, so ist sie vermöge der grosen Oberfläche der Blätter vorzugsweise gut geeignet Metalldräthe glühend zu machen.

Der in demselben Bande von Dingler's Journal S. 431. beschriebene und abgebildete angebliche Deflagrator ist aber kein solcher, sondern ein Plattenapparat, woraus gefolgert werden möchte, dass Hare jenen später gegen diesen vertauscht hat.

Bei den Versuchen in Holland hat man vorzugsweise eine Wollaston'sche Batterie angewendet. (Vgl. Documens etc. p. 13.) Sie besteht bekanntlich aus einzelnen Paaren von Zink- und Kupfer-Blättern, davon jedes der letzteren so um eines der ersteren herumgebogen ist, dass es dasselbe, mit überall gleichem Abstande, auf den beiden Seitenflächen, auch oben und unten, umschliest. Das Kupferblatt jedes Paares ist mit dem Zinkblatte des folgenden durch einen Kupferstreifen verbunden, jedes Paar aber für sich in ein Gefäs mit erregender Flüssigkeit eingesenkt.

Diese Batterie hat den Vorzug schnell einen sehr starken Strom zu erzeugen, der dennoch diese Stärke, wegen der grosen Menge Flüssigkeit in jedem Gefäse, nicht zu schnell verliert, die Wirksamkeit aber, wie bei den meisten Plattenapparaten, schnell unterbrechen zu lassen, indem die, sämmtlich an einem gemeinschaftlichen Träger befestigten Elementenpaare mit einem Male der Flüssigkeit entzogen werden können, entweder, indem man sie aus derselben heraushebt oder, wie bei Versuchen in Holland, die Gefäse durch einen gemeinschaftlichen, durch dichte und isolirende Wände in getrennte Zellen eingetheilten Trog ersetzt, den man aufzieht um die Platten-Paare einzutauchen, oder hinablässt um sie heraustreten zu lassen.

Digitized by Google

Nicht minder wurde aber auch mehrmals die Daniell'sche constante Batterie angewendet, namentlich von Pasley, wie auch von Cubitt. (Vgl. Documens etc. p. 75. — Crell, Journ. f. Bkst. XVIII. S. 368.)

Die Elemente dieser Batterie bestehen aus massiven Zinkcylindern welche in hohle mit Schwefelsäure gefüllte Thoncylinder, letztere aber wieder in, mit einer Auflösung von Kupfervitriol gefüllte Kupfercylinder, alle concentrisch, eingesenkt sind. In den oberen Theil der letzteren ist ein durchlöcherter Boden eingesetzt und die so gebildete Abtheilung mit Stücken Kupfervitriol angefüllt welcher in der Flüssigkeit das Kupfer in demselben Mase wieder ersetzt, als es durch die galvanische Thätigkeit daraus metallisch abgeschieden wird. Die Zink- und Kupfer-Cylinder der verschiedenen Paare sind auf die gewöhnliche Weise mit einander verbunden.

Diese Batterie wird anderen von Mehreren desshalb vorgezogen weil sie einen starken, dauernden Strom giebt. Diess ist aber gerade für den vorliegenden Zweck nicht wesentlich, wo man zwar starke, aber nicht lange anhaltende Wirkungen braucht, die auch womöglich gleich anfangs mit voller Stärke wirken, was bei dieser, wie bei allen constanten Batterien erst nach und nach der Fall ist. Nicht minder erhöht zwar die Anwendung von zweierlei Flüssigkeit, ebenfalls wie bei allen ähnlichen, die Wirksamkeit, macht aber auch den ganzen Apparat künstlicher, namentlich nicht fähig so schnell in und ausser Thätigkeit gesetzt zu werden.

Die meiste Anwendung haben andere Platten- und Trog-Apparate (zu denen eigentlich der Wollaston'sche auch schon gezählt werden kann,) gefunden und zwar in der von Roberts verbesserten Weise, welche — ursprünglich wohl auf die Faraday'sche Einrichtung begründet, — sich auch wirklich durch Einfachheit und gerade diesem Zwecke entsprechende praktische Brauchbarkeit auszeichnet.

Nach der ursprünglichen Einrichtung bestand (Vgl. Dingler, pol. Journ. Bd. LXXIII. (1839.) 117. und LXXXV. (1842.) S. 276.) dieselbe aus einem gewöhn-

Digitized by Google

lichen Apparate aus Kupfer- und Zink-Platten, davon die einzelnen Paare in Zellen stehen, die in einem länglich viereckigen Kasten durch Einsetzen dichter und isolirender Scheidewände gebildet sind, an welcher, von anderen gewöhnlichen nicht abweichenden, Batterie Roberts nur die alsbald zu beschreibende Vorrichtung anbrachte um die beabsichtigte Zündung des Schiespulvers ohne Gefahr für die die Batterie Handhabenden bewirken zu lassen.

Später änderte er jedoch diesen Apparat dadurch ab, 1) dass er statt des Kupfers Eisen anwendete; 2) die Scheidewände in dem Troge ganz wegliess, (Vgl. Dingler, pol. Journ. Bd. LXXXVII. S. 104.) indem das Eisen, obwohl es mit Zink verbunden, eine schwächere electrische Spannung bewirkt als Kupfer, unter Umständen wie sie gerade im vorliegenden Falle meist statt finden, einen kräftigeren Strom als dieses geben kann und übrigens weit wohlfeiler und für den beabsichtigten Zweck ganz zureichend ist; ferner die Hinweglassung der Scheidewände zwar die Stärke des Stromes schwächt, daher denselben unter übrigens gleichen Umständen weniger weit fortpflanzen lässt, gegentheils aber den Apparat sehr vereinfacht.

Dieser vervollkommnete und bewährte Apparat hat folgende Einrichtung. (Taf. VIII. Fig. 26. A. Längen- B. obere, C. Vorder-Ansicht.) Die Eisen- und Zink-Platten, erstere mit a, b, c, d, e, letztere mit 1, 2, 3, 4, u. s. f. bezeichnet, sind in abwechselnder Folge senkrecht in ein Gestelle eingesetzt, welches aus zwei Endwänden f, zwei unteren Leisten g, und zwei Paar Seitenleisten h besteht; auf erstere Leisten g sind die Platten aufgestellt, letztere, h, halten sie zu beiden Seiten zwischen sich.

Jede Platte ist von der anderen durch zwei schwache, auf den unteren Leisten in Falzen stehende Stäbchen in dem nöthigen Abstande erhalten.

Die Anzahl der Eisenplatten ist um eine gröser als die der Zinkplatten, daher die Reihe mit einer Eisenplatte beginnt und endigt. Die erste Eisenplatte a

ist mit der zweiten b, die erste Zinkplatte 1 mit der dritten Eisenplatte c, die zweite Zinkplatte 2 mit der vierten Eisenplatte d, die dritte 3 mit der fünften Eisenplatte e verbunden und in gleicher Weise fort wenn die Anzahl gröser wird.

Die Verbindung der Platten ist durch Metallstreifen bewirkt welche Roberts anzulöthen, Schmidhuber besser durch aufgesteckte Zwingen von Eisenblech zu befestigen anräth. Ferner ist an die erste Eisenplatte a ein Kupferdrath k und an diesen eine Scheibe von Zinn l, an die letzte Zinkplatte 4 aber ebenfalls ein Kupferdrath m angelöthet, durch die eine Endwand durchgeführt und an ihm eine Klemmschraube, oder bei Schmidhuber ein durchlochter kupferner Angriff n, befestigt. Jene erstere Scheibe l sitzt auf einem über allen Platten längs hinlaufenden Stabe o; an der vorderen Endwand des Gestelles steckt auf demselben Stabe eine zweite dergleichen Scheibe p, leicht verschiebbar, welche im Zustande der Ruhe durch eine Spiralfeder q von Messingdrath in 6 bis 7 Zoll Abstand von ersterer Scheibe erhalten wird.

Das Ende dieses Drathes ist durch die hintere Endwand geführt und hier ebenfalls mit einem kupfernen Angriffe r (beziehentlich einer Klemmschraube,) versehen. Nicht minder ist ein in zwei Enden auslaufender Faden s an dieser zweiten Scheibe p befestigt und durch die vordere Endwand hindurch geführt; durch das Anziehen dieses Fadens wird der Widerstand der Spirale überwunden und die zweite Scheibe p mit der ersten l in Berührung gebracht.

Dieses Gestelle mit seinem eben beschriebenen Zubehör wird nun in einen hölzernen inwendig mit Firniss oder Kitt wasserdicht ausgekleideten Kasten t eingesetzt, von solchem Querschnitte dass nur eben der nöthige Zwischenraum zwischen dessen Wänden und dem Plattengestelle bleibt, der Kasten aber so weit mit gesäuertem Wasser gefüllt dass der obere Rand der Platten nur wenig darüber hinausragt. Roberts wendete hierzu 1

Digitized by Google

Gew. Thl. Schwefelsäure auf 16 Theile Wasser, **Schmidhuber** 1½ Schwefelsäure auf 16 Wasser an; je mehr oder stärkere Säure zugesetzt wird, desto kräftiger aber auch vorübergehender ist die Wirkung.

Noch mehr wird letztere verstärkt durch einen Zusatz von Salpetersäure die man besonders bei mehreren Kupfer-Zink-Batterien angewendet hat; nach **Faraday** auf 100 Wasser, 2¼ Schwefel- und 2 Salpeter-Säure; nach **Pouillet** auf 100 Wasser 6¼ Schwefel- und 5 Salpeter-Säure; in Holland wendete man jedoch nur 5⅚—6¼ Schwefel- und 2¹¹⁄₁₂—3⅓ Salpeter-Säure an. (Vgl. Documens p. 21.)

Durch das Einsenken in die Flüssigkeit wird die galvanische Einwirkung eingeleitet; die negative Electricität geht durch die Zinkplatte 4 der Batterie, in den Angriff n und die positive durch die Eisenplatte a in die erste Zinkscheibe l, und wenn durch Anziehen des Fadens s die zweite Zinkscheibe p mit ihr in Berührung gebracht wird, durch die Spiralfeder q in den Angriff r.

Befestigt man nun in den beiden Angriffen die Enden eines Drathes, so ist die Kette geschlossen und ein Kreislauf der beiden electrischen Ströme beginnt darin. Von diesen Dräthen wird, als der Fortleitung der electrischen Ströme zugehörig, alsbald weiter zu sprechen seyn.

Damit die so vorgerichtete Batterie nicht unabsichtlich, durch zufällige Berührung beider Scheiben, geschlossen wird, ist während des Zustandes der Ruhe in dem Stabe o noch ein Sicherheitsstift t vor die Scheibe p gesteckt, welcher erst weggenommen werden muss ehe sie sich l nähern kann.

Bevor auf die Weise der Uebertragung des so erzeugten Stromes auf die Pulverladung eingegangen werden kann, ist noch einer von **Roberts** später vorgeschlagenen Abänderung der Batterie zu gedenken, welche den Zweck hat die galvanische Thätigkeit darin schneller, ja augenblicklich einleiten und unterbrechen zu können, indem man die Elemente der Batterie der Einwirkung der Säure Preis giebt oder entzieht, um so diese

Digitized by Google

Einwirkung und somit die Abnutzung, der Batterie nur gerade auf die Zeit des unmittelbaren Bedarfes zu beschränken.

Der so vorgerichtete Apparat soll, nach Dingler, pol. Journ. Bd. XC. (1843.) S. 14. folgende Einrichtung haben. — Taf. VIII. Fig. 27. A. Aufriss, B. obere Ansicht. Dem Systeme nach ist es ein Cylinder-Apparat. Ein hölzerner, übrigens auf die gewöhnliche Weise verdichteter Kasten a ist durch Stäbe in 12 Abtheilungen, in 3 Reihen, getheilt. In jeder Abtheilung steht ein doppelter concentrischer Cylinder von Kupfer, davon der innere c niedriger als der äussere b, der letztere ist durch einen kupfernen Deckel d oben, der ringförmige concentrische Zwischenraum zwischen beiden aber durch einen anderen dergl. Deckel e unten geschlossen. Zwischen beiden Kupfercylindern steht ebenfalls concentrisch, ein Zinkcylinder f der weder jene, noch Deckel und Boden berührt, am wenigsten bis zu d hinaufreicht; er wird durch Kork g in seiner gehörigen Stellung erhalten. Von diesem Zinkcylinder der einen Kammer geht ein durch den Boden e des äusseren Kupfercylinders dicht und isolirt hindurch geführter Kupferdrath h nach dem Kupfercylinder der nächsten Kammer u. s. f.

Die erregende Flüssigkeit besteht aus 20 Theilen Theilen Wasser, 1 Theil Schwefel- und 1 Theil Salpeter-Säure; von ihr wird so viel in die Kupfercylinder eingegossen dass, wenn diese die bezeichnete Stellung haben, der Zinkcylinder in die in dem concentrischen Raume vereinigte Flüssigkeit eingetaucht, der Apparat also in Thätigkeit ist, wenn hingegen die Cylinder umgedreht, mit e nach oben gewendet sind, die Flüssigkeit über dem nun den Boden bildenden Deckel d steht und den Zinkcylinder nicht erreicht, die Thätigkeit sonach unterbrochen ist.

Sowohl der Deckel d als auch der äussere Cylinder b bis auf eine gewisse Höhe, ist dazu mit einem Firniss überzogen und so vor dem Angriffe der Säure geschützt. Um endlich jene Drehung schnell bewirken zu können, ist der Kasten a in zwei Axen i auf einem

Digitized by Google

Gestelle aufgehängt, und zwar etwas concentrisch, so dass er, sich selbst überlassen, von selbst in der bezeichneten Stellung, der der Thätigkeit der Batterie, verharrt. An einer der Axen steckt eine Scheibe k mit umgewickelter Schnur; zieht man letztere an, so dreht sich der Apparat um, lässt man sie nach, so kehrt er in jene erstere Stellung zurück.

Dieser Apparat ist sonach kräftig und doch einfach, wohlfeil und leicht zu regieren.

Fortleitung des electrischen Stromes und Zündung durch denselben.

Die Fortleitung von den beiden Polen aus erfolgt fast durchgängig durch Kupferdräthe; jedoch will man bei den Versuchen in Holland auch schmale Streifen von dünnem Kupferblech sehr zweckmäsig gefunden haben. (Vergl. Documens etc. p. 25.)

Diese Leitungen sind von den Angriffen (s. oben) an denen sie mittelst Klammern oder in den Löchern durch Holzpflöckchen befestigt werden, bis zu der Ladung geführt; grösere Längen werden aus einzelnen Stücken zusammengelöthet, und an diesen Stellen nach dem Löthen durch mit Schwefelsäure gemischtes Wasser gereinigt, oder vielleicht noch besser, die Stücke durch Schlingen so verbunden, dass sie einander mit starker Reibung berühren, oder endlich nur eben und schwach gefeilt, nebeneinander gelegt und durch Umwickelung mit Bindfaden verbunden.

Die letzten Enden der beiden Dräthe werden in die Pulverladung eingeführt, hier am einfachsten und sichersten umgebogen und durch ein kurzes Stückchen feinen Stahl, oder auch Platin-Drathes mit einander verbunden. Diese Verbindung ist wohl durch Umwickelung mit gewichsten Seidenfäden, durch Schlingen in welche der feine Zünddrath eingewunden wird, von Roberts anfangs durch Löthung, bewirkt worden, besser scheint aber das von Letzterem später angewendete Verfahren zu seyn, den feinen Drath in die Form eines Triangels zu biegen, den man in die Enden der Leitdräthe durch

Digitized by Google

Zusammenschlagen derselben, oder, wenn sie stärker sind, durch Einschneiden mit einer Stahlsäge befestigt.

Sowohl weil diese letzten Enden der Leitdräthe leicht zerstört werden, als auch um die endliche Verbindung mit der Patrone leichter und sicherer herzustellen, sind dieselben als abgesonderte, kürzere Stücke darzustellen, die nur einen oder einige Fus über das Bohrloch herausragen und ihrerseits mit den Hauptdräthen, ebenfalls durch Schlingen oder durch Umwickeln der nebeneinander gelegten Enden mit Bindfaden oder dergleichen, verbunden werden, wozu man sie ebenfalls vorher breitschlägt und blank feilt.

Bei Leitungen aus Blechstreifen soll der Drath in an deren Enden angebrachten Löchern befestigt werden.

Um ferner die Haupttheile der Zündvorrichtung gleich vorräthig fertigen und schnell einsetzen, namentlich aber mit grosen Ladungen schnell verbinden zu können, ist es stets gut befunden worden die Verbindungsdräthe in besondere Zündpatronen von Zinnblech, oder einfacher von Pappe, ja selbst Papier, einzusetzen, indem man sie zwischen die beiden Hälften eines durchschnittenen Korkpfropfes einlegt, diesen in das eine Ende der Zündpatrone einsetzt, letztere, nachdem man sich überzeugt hat dass die Verbindung mit dem Zünddrathe noch vollständig ist, mit gut getrocknetem feinen Pürschpulver, um eine leichtere und desto schnellere Zündung zu bewirken, — anfüllt und dann auch das andere Ende der Patrone mit einem Korkpfropfe schliest, beide Pfröpfe aber mit Siegellack oder einem Kitte aus Wachs und Harz verdichtet.*)

Beim Besetzen wird die Zündpatrone am Besten in die Mitte der Ladung gebracht, indem man die halbe Ladung in das Bohrloch einfüllt, hierauf die Zündpatrone und über diese die andere Hälfte einbringt.

*) Hare empfahl für die Zündpatronen Knallpulver aus metallischen Arsenik und chlorsaurem Kali welches durch die Hitze, nicht aber auf andere Weise leicht entzündet werde. (Vergl. Dingler, pol. Journ. Bd. LI. S. 431.) dasselbe bleibt jedoch immer gefährlich, übrigens unnöthig.

Digitized by Google

Wird, wie bei gewöhnlichen Ladungen meist, mit Schiesgrant besetzt so hat es Schmidhuber nothwendig gefunden, um das Verschieben der Dräthe und somit eine Unterbrechung der Verbindung zu verhindern, die ersteren an einem hölzernen, dazu mit einer Spur versehenen Stabe zu befestigen, welche Spur die Dräthe bequem aufzunehmen vermag und diesen Stab mit in den Besatz einzuladen. Das übrige Besetzen wird wie gewöhnlich bewirkt, doch wendet man vorzugsweise hier für die ersten Sätze hölzerne Stampfer an, um die Dräthe weniger leicht zu beschädigen.

Beim Besetzen mit Sand, welches Roberts bei dieser Gelegenheit wieder sehr empfiehlt, (Vergl. Dingler, pol. Journ. Bd. LXXXV. (1842.) S. 275.) ist diess natürlich nicht nöthig, jedoch ist über den Werth dieser Besetzungsweise schon in §. 48. ausführlicher gesprochen worden.

Fast immer hat man es nöthig gefunden die Leit- und Verbindungs-Dräthe bis zu dem Stahldrathe überhaupt und gegen einander zu isoliren. Diess ist theilweis durch Ueberziehen derselben mit Harz oder einem Gemenge von Pech, Wachs und Talg geschehen; gewöhnlich aber werden die Dräthe mit gewichsten Baumwollengarn — nach Roberts noch dauerhafter mit Zwirn, bei den in Russland angestellten Versuchen mit Seide (Vergl. Documens etc. p. 8.) — umwickelt. Sollen sie unter Wasser hingehen, so werden sie wohl auch nachher noch mit einem Lacke überzogen. Sodann bindet man beide Dräthe mit Zwirn, Bindfaden oder dergl. zusammen und trennt nur 1) die Enden welche mit dem Apparate, 2) die in denen die Leit- und die Verbindungs-Dräthe verbunden werden, 3) diejenigen an welchem der Stahldrath angebracht ist; die zweitgenannten werden durch ein dazwischen gespreiztes Holz 6 bis 7 Zoll weit auseinander gehalten, die letzteren nur so lang als der Zünddrath ist aus einander gebogen. Alle diese Enden werden natürlich von der Ueberkleidung entblöst und blank gescheuert.

Pasley war bei seinen Sprengungen unter Was-

ser auch damit noch nicht zufrieden, sondern überzog zuerst die Dräthe mit der obengenannten Zusammensetzung, umwickelte sie sodann mit Bändern, überzog diese nochmals, band endlich beide Dräthe an zwei diametral entgegen gesetzten Seiten eines gutgetheerten Seiles, (um aller Veränderung der Länge durch dessen Ausdehnung und Zusammenziehung vorzubeugen,) und umwickelte endlich das Ganze mit Garn. (Vergl. Documens etc. p. 7. 8.)

Gegentheils hat man nicht nur in Holland die Entzündung selbst bis auf 130 mètres Entfernung durch ganz freie, nicht isolirte Dräthe fortgeflanzt. (Documens etc. p. 9.)

Die längsterwiesene Thatsache dass das Wasser und sogar der feuchte Erdboden den galvanischen Strom fortzuleiten vermögen, hat man dazu benutzt, einen der Leitungsdräthe zu ersparen, indem man den Strom durch einen einzelnen Drath von der Batterie nach der Patrone, von dieser aber durch das Wasser oder den Erdboden zurückleitete;*) jedoch haben die hierauf von dem Leutnant Barlow begründeten Versuche: auch Pulver auf diese Weise d. h. mit Hinweglassung des einen Leitdrathes zu entzünden, keinen günstigen Ausfall gegeben, indem dann eine doppelt so starke Batterie nöthig war als gewöhnlich. (Vergl. Dingler, polyt. Journ. Bd. XCIII. (1844.) S. 316.)

Allgemeine Verhältnisse. Die Erhitzung eines Drathes hängt von der Intensität des ihn durchlaufenden Stromes ab; es haben aber darauf folgende Um-

---

*) Nach Pouillet-Müller – Lehrbuch der Physik, Bd. II. S. 103. — stellte man schon 1745—50 Versuche über die Fortpflanzung der Electricität im Wasser und in feuchtem Boden an; in neuerer Zeit wurden solche besonders durch Wright und Baine (Vergl. Dingler, pol. Journ. Bd. LXXXV. S. 348.) und durch Jacobi auf noch grösere Entfernungen wiederholt. (Vergl. Poggendorff, Ann. d. Phys. u. Chem. Bd. LVIII. (1843.) S. 409.) und endlich wiesen die von dem Professor Reich zu Freiberg in einer dasigen Grube angestellten Versuche nach, dass selbst sehr schwache galvanische Ströme sehr leicht durch bedeutende Längen tauben Gesteines — dort Gneus, — gehen. (Vergl. Karsten und v. Decher, Arch. f. Min. Bd. XIV. (1840.) S. 153.).

Digitized by Google

stände Einfluss: die Art der Metalle; die Menge der Elemente; die Gröse der eingetauchten Oberfläche derselben; die Entfernung in welcher sie von einander stehen oder die Dicke der zwischen ihnen befindlichen Flüssigkeitsschicht; die Länge, der Querschnitt und die Substanz der zum Erglühen zu bringenden feinen Drathes. Die Ohm'sche Theorie des electrischen Stromes, welche über den Einfluss aller dieser Momente genaue Rechenschaft giebt, würde hier aber um so weniger am Orte seyn weiter zu entwickeln, als die in jeden einzelnem Falle zur Vorausbestimmung des Resultates erforderlichen Zahlengrösen sich, nach den bisherigen Untersuchungen, doch nicht angeben lassen. Es soll daher nur das Hauptsächlichste aus den bisher gemachten Erfahrungen über die zu Erlangung eines brauchbaren Resultates nothwendigen Erfordernisse angeführt werden.

Je entfernter die angewendeten Metalle in der electrischen Spannungsreihe von einander stehen, desto kräftiger ist die Wirkung. Nach Pouillet ist die Folge der Stoffe in dieser Reihe vom positiven Pole an gegen den negativen diese: + Zink, Blei, Zinn, Eisen,*) Kupfer, Silber, Gold, Platin, Kohle —, deren jeder also gegen den vorhergehenden negativ, gegen den folgenden positiv electrisch ist.

Demnach giebt die Bunsen'sche Zink-Kohlen-Batterie die stärkste Wirkung.

Die absolute Gröse der zum Entzünden angewendeten Batterie ist daher sehr verschieden, vornehmlich von der Entfernung abhängig auf welche der Strom fortlaufen soll, Schmidhuber wendete für eine Entfernung von 80 sächs. Berg-Fus eine Batterie an welche aus 21 Eisen- und 20 Zinkplatten, jede von 11½ Zoll Breite und 8¾ Zoll Höhe, 1/16 bis 1/12 Zoll Stärke besteht. Roberts bediente sich einer Batterie aus 20 Paaren von Kupfer- und Zink-Platten, oder aus 20 Eisen- und 19 Zink-Platten von 7 Zoll gev. Breite. Morgan, zündete mit einem Trog-Apparate aus 30

*) Gusseisen scheint ebenso brauchbar zu seyn als Schmiedeeisen.

Paaren 4 zolligen Kupfer- und Zink-Platten zwei Schüsse gleichzeiig, welche 113 und 43 Fus von der Batterie und 70 Fus von einander abstanden; er hält 10 Paare für hinreichend für 101 Fus, 20 für 353 Fus Entfernung (obschon diess nicht wiederholt gelang,) und bediente sich dabei als erregender Flüssigkeit einer Mischung von 6½ Quart Wasser mit 4½ Unzen Schwefel- und eben soviel Salpeter-Säure, (also im Gewichte = 58:1:1.) (Vergl. Lond. and Edinb. philos. magaz. and journ. of science, vol. XV. (1839.) p. 61.)

Bei der 1843 bei Dover in England unternommenen grosen Felsensprengung wendete Cubitt für drei gleichzeitig zu entzündende Ladungen eben soviel Apparate an, jeden aus einer Daniell'schen Batterie von 18 Cylindern und zwei Platten-Batterien zu 20 Paaren bestehend an. Die Entfernung betrug 970 engl. Fus, doch waren angestellten Versuchen nach, die Batterieen fähig bis auf 2234 Fus zu zünden. (Vergl. Crell, Journ. f. Baukunst, Bd. XVIII. S. 368.) Ebenso wendete Pasley bei seinen grosen Sprengungen unter Wasser eine Daniell'sche Batterie von 10 Zellen an, davon die Kupfercylinder 0,53 mèt. Höhe und 0,09 mèt. Durchmesser hatten. (Vergl. Documens etc. p. 75.) Dass aber eine Daniell'sche Batterie von 6 Zollen hinreichend seyn soll, auf 9—1200 engl. Fus zu zünden, wie Bethell angegeben hat, ist nach Pasley's Versuchen ganz ungegründet. (Vergl. Mining review vol. IV. (1838.) p. 80. — Dingler pol. Journ. Bd. LXXIII. S. 125.)

Die Gröse des erregten electrischen Stromes wächst mit der der Elemente (Plattenpaare und dergl.) und zwar der Oberfläche, nicht der Masse; die Spannung aber mit der Anzahl derselben. Ferner beruht die Stärke auf der Art der erregenden Flüssigkeit; je stärker diese auf jene einwirkt, desto kräftiger aber von kürzerer Dauer ist die Electricitätsentwickelung; je dünner die Schicht der Flüssigkeit zwischen den beiden auf einander wirkenden Metallen, desto geringer ist der Widerstand gegen den Durchgang des electrischen Stromes,

Digitized by Google

desto weniger wird derselbe geschwächt; je gröser hingegen die ganze Masse der Flüssigkeit, desto längere Zeit ist sie brauchbar.

Die Leitungsfähigkeit der Leitdräthe hängt unter übrigens gleichen Umständen von der Art der zu Dräthen benutzten Metalle ab; nächstdem steht sie im geraden Verhältnisse der Querschnitte rechtwinklich gegen den Strom und im umgekehrten der Längen.

Pouillet giebt als den Grad der Leitungsfähigkeit verschiedener Metalle folgende an: Silber 136, Gold 103, Kupfer 100, Zink 28, Zinn 22, Eisen 17, Quecksilber 2,6.

Roberts, (Vergl. Dingler, pol. Journ. Bd. LXXXV. S. 278.) hält für eine Enfernung von 90 engl. Fus ⅛ Zoll dicke Kupferdräthe für angemessen, Pasley (Vergl. Dingler, Bd. LXXXIII. S. 124.) ebenfalls ⅛ Zoll für kleine Entfernungen hinreichend, für grose ⅕ Zoll nothwendig. Schmidhuber endlich wendete auf 80 sächs. Berg-Fus Entfernung die Leitdräthe anfangs 1/16, später 1/10 Zoll dick an, die 6 bis 8 Fus langen Verbindungsdräthe nach der Patrone aber 1/16, später nur 1/32 Zoll dick.

Die in Holland angewendeten Kupferblechstreifen von 0,08 — 0,1 centim. Dicke um 1 — 1,25 centim. Breite reichten auf 75 bis 130 mètr. Entfernung hin, bei mehr als 105 mètr. verlängerte man aber durch 0,25 — 0,3 centim. dicke Dräthe. (Vergl. Documens etc. p. 25. 66.)

Der Zünddrath ist aus einem schlecht leitenden Metalle zu fertigen um den Durchgang des Stromes zu verzögern; aus derselben Ursache ist er auch so dünn zu machen, als es geschehen kann ohne seine Masse soweit zu vermindern dass er, zum Glühen gebracht, nicht mehr im Stande wäre das Pulver mit Sicherheit zu entzünden; übrigens möglichst kurz. Gewöhnlich wird Stahldrath von der Feinheit des von den Uhrmachern zu den sogenannten Unruhen gebrauchten angewendet. Er ist zwar seiner geringeren Leitungsfähigkeit wegen besser als Platindrath, dessen sich Pasley, Cubitt u. A. be-

Digitized by Google

dienten, letzterer hat aber den Vorzug dass er nicht so leicht verbrennt, sondern nur glüht, daher die Zündung wiederholt versucht werden kann, wenn sie beim ersten Schliesen der Kette nicht erfolgt ist. Für grose Entfernungen, also auch starke Batterien, können der Sicherheit wegen auch zwei bis drei Zünd-Dräthe neben einander gelegt werden. Der Abstand der Enden der Leit- oder der Verbindungs-Dräthe, somit die wirksame Länge der Zünddräthe ist mit 0,3, für grösere Längen mit 0,2 bis 0,25 centim. hinreichend. Uebrigens sind alle hervorstehenden Enden sämmtlicher Dräthe abzuschneiden, weil durch sie die Wirkung geschwächt wird.

Ueber das Verfahren beim Schiesen mit diesen Batterieen ist nach dem bisher Gesagten wenig mehr hinzuzufügen.

Der Apparat ist an einem vor den durch den Schuss herumgeschleuderten Gesteinstücken sicheren Orte aufzustellen. Der Sicherheitsstift vor der zweiten Zinnscheibe — bei dem Roberts'schen Apparate — ist erst dann zu lösen wenn die Verbindung der Leitdräthe mit der Ladung und der Batterie bewirkt und Alles bis zum Abfeuern vorbereitet ist.

Vor und nach dem Gebrauche sind die Platten gehörig von Oxyd zu reinigen, wozu, wenigstens für Kupfer, nach den Documens etc. p. 66. sich eine Auflösung von 100 grammes Weinstein in 4 Kil. Wasser sehr gut eignen soll, mit welcher alle Theile begossen, dann mit reinem Wasser abgespült und endlich mit Leinwand abgetrocknet werden.

Schmidhuber (Vergl. Kalender für d. sächs. Berg- und Hütten-Mann Jgg. 1846. S. 10.) spült nach gemachtem Gebrauche die Batterie mit reinem Wasser ab, trocknet sie und reibt sodann die Eisenplatten mit Sandstein ab, die Zinkplatten aber mit dem Messer und Glasscherben, worauf sie an einem trocknen Orte, zweckmäsig sogar zwischen Holzkohlenpulver, aufgestellt und vor abermaligem Gebrauche noch etwas abgerieben werden.

Beim Eingiesen frischer Flüssigkeit in den Trog,

Digitized by Google

ist es gut die specifisch schwerere Säure durch Umrühren gehörig mit dem Wasser zu mengen.

Die Dräthe werden während des Nichtgebrauches auf Rollen aufgewunden.

Die Wirksamkeit einer Batterie von der Gröse und Einrichtung der von Schmidhuber angewendeten, erhält sich 8 bis 12 Stunden lang, wobei sie ebenfalls, ausser bei ganz neuen Platten mit völlig frischen Flächen, im ersten Anfange etwas schwächer ist als nachmals. Um sich vor dem Entladen von der Wirksamkeit des Apparates Gewissheit zu verschaffen, ist es rathsam denselben vorher zu prüfen. Gewöhnlich geschieht diess indem man zwischen die Enden der Leit- oder der Verbindungs-Dräthe einen Stahldrath auf die beschriebene Weise einschliest und zum Glühen bringt. Schmidhuber bediente sich hierzu gleich ungefüllter Probepatronen; Pasley hingegen prüfte dadurch, dass er durch den in den Leitungsdräthen wirkenden electrischen Strom Wasser zersetzen liess, was noch weniger Kraft erfordert als das Glühenmachen, daher der Sicherheit wegen, um nicht schon eine wirkliche Zündung zu bewirken, nur mit einigen Zellen, nicht mit der ganzen Batterie geschah.

Nach erfolgter Entladung wird bei der Roberts'schen Batterie und ähnlich eingerichteten, das Gestelle mit den Platten oder sonstigen Elementen aus dem Kasten herausgehoben, an einem über letzterem hinlaufenden Riegel aufgehängt und der Deckel des Kastens geschlossen; bei dem neueren Roberts'schen Apparate Taf. VIII. Fig. 27. braucht nur der Kasten umgedreht zu werden.

Die Vortheile dieser Endzündungsweise sind nicht unbedeutend: 1) fällt fast alle Gefahr zu frühen Losgehens der Schüsse, theils mit der Zündspur, theils dadurch weg, dass die Entzündung nur eben in dem Augenblicke erfolgt, in welchem man sie beabsichtigt; 2) kann man das Wegthun aus einer beliebigen, ganz sicheren Entfernung auch in den schlechtesten Wettern, unregelmäsigen Strecken bewirken, da man die

Digitized by Google

Leitungsdräthe sehr weit herbeiführen, ja selbst die Batterie noch aus mehrerer Entfernung, mittelst eines Fadens, in Wirksamkeit setzen, daher in aller Ruhe die Vorbereitung treffen und sich zurückziehen kann; 3) ist die Zündung zuverlässig und bei gehöriger Einrichtung des Apparates und der Dräthe nicht leicht versagend: 4) ist es leicht die Ladung unmittelbar von der Mitte aus, sonach gleichförmiger, zu entzünden; 5) kann man eben so leicht in als ausser dem Wasser schiesen; 6) ist der Verschluss über dem Pulver vollkommen, es bleibt keine Zündspur offen durch welche Kraft entweichen könnte, daher auch die Wirkung gröser seyn muss.*) Wenn daher die Sandbesetzung und das Hohlladen (Vgl. §. §. 48. 49.) überhaupt wirklich einen günstigen Erfolg erlangen können, so muss es hier seyn wo die Hauptbedingungen für letzteren erfüllbar sind; auch hat Roberts wirklich beide angewendet, (Vergl. Dingler, polyt. Journ. Bd. LXXXV. S. 275. u. f. f.) freilich, wie es scheint, schon von vornherein und abgesehen von dieser Entzündungsweise, dafür zu sehr eingenommen. Auch bei der grosen Sprengung bei Dover war der die Ladung enthaltende Raum drei Mal so gros als jene selbst; (Vergl. Polytechnisches Centralblatt auf 1843. Bd. II. S. 381.) endlich 7) kann man auf diese Weise am leichtesten mehrere Ladungen gleichzeitig wegthun und durch diese Vereinigung eine verstärkte Wirkung erlangen. —

Die Kosten werden für ungewöhnlich grose aus weiter Ferne oder gar unter Wasser zu entzündende Ladungen allemal kleiner seyn als früher, aber auch für kleine Ladungen hat Schmidhuber nachgewiesen dass sie nicht hoch und sogar noch zu ermäsigen sind, wenn man auf die Wiedergewinnung von Zinkvitriol aus der gebrauchten Säure Rücksicht nimmt, obschon dabei nicht zu übersehen, dass bei allgemeinerer Anwendung dieser

*) Auch hat Schmidhuber bei seinen Versuchen wirklich eine nahmhaft grösere Leistung erlangt. (Vergl. Bergkalender Jgg. 1846. Seite 15.)

Weise auch der Preis des Zinkvitrioles sehr sinken würde.

Die gleichzeitige Entzündung mehrerer Ladungen soll schon Hare und zwar mit 12 dergleichen auf 130 engl. Fus Entfernung gelungen seyn, (Vergl. Dingler, pol. Journ. Bd. LI. S. 17.) Pasley (Vergl. Documens etc. p. 77.) erlangte diess nicht, obschon er nach dem Obengesagten eine sehr starke Batterie anwendete, vielmehr nur mit 2 bis 3 Ladungen auf ein Mal.

Die von Hare und später auch von Anderen, neuerlich von Schmidhuber, angewendete Weise ist die: von den Enden eines jeden der beiden Leitungsdräthe einen Verbindungsdrath nach jeder einzelnen Ladung zu führen, so dass dadurch der Strom getheilt und nach allen Ladungen gleichzeitig geleitet wird. Führt man hingegen nur von dem einen Leitungsdrathe einen Verbindungsdrath nach der ersten, von ihr nach der zweiten u. s. f. bis zur letzten Ladung, von dieser aber bis zu dem zweiten Leitungsdrathe so dass der Strom nach und nach durch alle gehen muss, so missglückt die Zündung in der Regel, weil nicht nur durch das Glühen des einen Stahldrathes die Kraft geschwächt sondern auch durch dessen Verbrennen oder gar etwas früheres Zünden die Verbindung sofort unterbrochen wird.

Allemal gehört dazu eine grösere Stärke der Batterie und der Leitdräthe.

Uebrigens soll Hare die Verbindung der Bündel von Verbindungsdräthen durch Zusammenlöthen der Enden mit denen der Leitdräthe bewerkstelligt haben, Schmidhuber hingegen fand es am sichersten die Enden der Leit- sowie die der Verbindungs-Dräthe wie in Taf. VIII. Fig. 28. gezeigt ist, breit anzufeilen, beide an einander zu legen und durch umgewickelten Bindfaden zu vereinigen, wobei jedoch mehr als 4 Enden mit Leitdrähten von gewöhnlicher Stärke nicht wohl verbunden werden können. Man darf jedoch auch dadurch nicht glauben sich eine völlig gleichzeitige Entzündung aller Ladungen zu sichern, weil eine augenblickliche Entzündung mit dem Schliesen der Batterie, (welcher Aus-

Digitized by Google

druck in einigen Aufsätzen über diesen Gegenstand vorkommt) keinesweges, vielmehr ein sehr merklicher Zwischenraum zwischen beiden Vorgängen stattfindet, wie diess auch aus dem Grunde unvermeidlich ist, weil der Drath erst glühend werden und seinerseits auf demselben Wege das Pulver entzünden muss.

Die Stärke der Batterie, die Vollkommenheit der Leitung, Stärke und Länge des Zünddrathes, Güte und Feinheit des Pulvers werden natürlich allemal einen namhaften Einfluss ausüben; alles Umstände, welche die augenblickliche Gleichzeitigkeit des Losgehens mehrerer Schüsse auf diesem Wege einigermasen ungewiss machen, daher jenen Ausdruck nur bildlich verstehen lassen.

Um endlich für diesen Zweck auch mit schwächeren Batterieen auszureichen, (weil die Stärke des Stromes mit der Anzahl der Ladungen wachsen muss,) und um des Erfolges sicherer zu seyn, kann man für jede Ladung eine besondere Batterie anwenden, welche alle gleichzeitig angezogen werden, entweder jede durch eine besondere Person, (wie diess bei der mehrerwähnten grosen Sprengung der Round Down Klippe bei Dover für die drei dazu vereinigten Ladungen zu 5000, 6000 und 7000 engl. Pfd. Pulver geschah, Vgl. Crelle, Journ. f. Bauk. Bd. XVIII. S. 368.) oder alle gemeinschaftlich durch eine einzige, namentlich dann wenn die Entfernung der einzelnen Ladungen von dem Vereinigungspunkte nicht zu ungleich ist.

Im Allgemeinen hat man bis jetzt die galvanische Batterie, wie auch sehr natürlich, blose Versuche ausgenommen, fast lediglich zur Ausführung sehr grosartiger oder unter besonderen Umständen zu bewirkender Sprengungen angewendet. Ausser den schon angeführten Fällen sind einige andere: die zweite Sprengung bei Dover am 2. März (die erste am 26. Januar) 1843, mit 70 Cnt. Pulver, die Sprengung von Schiffwraks durch Abbinett, 1833, mit 90 Kilog. durch Pasley, 1838, bis auf 30 mètres Tiefe, mit 40, 1839, mit 20, 118, 1000 und 1100 Kilog. Pulver, letztere beim Sprengen des Royal George am 23. Sept. und 15. Octbr. 1839.

Digitized by Google

Ueber die rein theoretischen Verhältnisse dieser Zündungsweise geben die physicalischen Lehrbücher hinlängliche Nachweisung, unter denen nur Pouillet-Müller, Lehrbuch der Physik und Meteorologie Bd. II. (Braunschweig 1845.) Abth. 3. S. 115. u. s. f. und C. F. Peschel Lehrbuch der Physik (Dresden und Leipzig 1844.) S. 843. u. s. f. endlich bezüglich der Uebersicht der verschiedenen Batterieen J. S. Z. Gehler's physic. Wörterbuch, neue Auflage, Bd. 8. (1836.) Art. Säule, S. 1 u. ff. genannt werden mag.

Ueber die Anwendung zum Sprengen und die dabei erlangten Erfolge geben die gröstentheils schon angeführten Aufsätze Nachweisung: Documens rélatifs à l'emploi de l'électricité, Paris 1841, besonders für den Gebrauch bei Kriegsminen zu berücksichtigen. — Dingler, pol. Journ. Bd. LI. (1834.) S. 431.—Bd. LXXIII. (1839.) S. 117.—Bd. LXXIV. (1839.) S. 396.—Bd. LXXXV. (1842.) S. 275. — Bd. LXXXVII. (1843.) S. 78. 104. 462.—Bd. XC. (1843.) S. 14.—Schmidhuber in dem Kalender für den sächs. Berg- und Hütten-Mann. Jgg. 1846. S. 1. — London and Edinb. philos. magaz. and journ. of science, vol XV. 1839. p. 60. — Bergwerksfreund Bd. VII. (1843.) S. 24. —

Schon im Eingange dieses §. wurde erwähnt, dass man Anfangs den electrischen Funken zur Entzündung zu benutzen versucht habe und welche Schwierigkeiten dem entgegen getreten seien, ebenso aber dass man neuerlich dennoch wieder erfolgreiche Versuche damit angestellt habe.

Eine Andeutung von solchen fand sich schon in Dingler's pol. Journ. Bd. XC. (1843.) S. 235. nach welcher der schottische Ingenieur Thomson die electrische Batterie, um sie dem Einflusse der Feuchtigkeit zu entziehen in einen luftdichten (?) Kasten gleichzeitig mit einem Gefäse mit salzsaurem Kalke eingeschlossen habe. Die Leit- (Zünd-) Dräthe seien in der Patrone durchschnitten gewesen, so dass der Funke überspringen musste. Er habe auf diese Weise mehrere Schüsse gleich-

Digitized by Google

zeitig auf 100 bis 200 Fus Entfernung angezündet, wobei der ganze Funke durch jede Ladung gegangen sei.

Andere Versuche derselben Art sind in neuester Zeit im Okerthale im Braunschweigischen, unter der besonderen Mitwirkung des Professor Varrentrapp angestellt worden und noch gegenwärtig, von dem günstigsten Erfolge begleitet, im Gange. Die Electrisirmaschine, eine gewöhnliche, nicht grose Scheibenmaschine, ist, nebst zwei Leidener Flaschen in einen doppelten Holzkasten eingeschlossen, aus welchem nur die Kurbel zum Drehen der Scheibe und die beiden Leitungsdräthe herausreichen. Der Zwischenraum zwischen beiden Kästen wird mit gebranntem Kalke ausgefüllt, (wenn auch minder kräftig wirkend als salzsaurer, doch wohlfeiler und einfacher.) Die Leitungs-Dräthe werden von der Batterie aus frei auf der Erde hingelegt, nur mit der Vorsicht dass sie einander nicht berühren. Die, bis dahin so schwierige, Uebertragung des Funkens auf das Pulver wird durch ein Zündpulver aus Schwefelantimon und chlorsaurem Kali vermittelt, indem selbst Knallquecksilber hierzu nicht empfindlich genug war. In das Bohrloch wird dazu (S. Taf. VIII. Fig. 29. 30. 31.) eine gerade Haselruthe a bis zu der Tiefe eingestellt, in welcher die Zündung erfolgen soll, und zwar um letztere gleichförmiger erfolgen zu lassen, bis in die halbe Tiefe der Ladung, daher man vorher die eine Hälfte des Pulvers einschüttet. An zwei entgegengesetzten Seiten dieser Ruthe sind Messingdräthe b als Fortsetzung der Leitdräthe hinabgeführt und mittelst kleiner Nägel c welche durch in den Drath eingebogene Schlingen in die Ruthe geschlagen sind, daran befestigt. Das untere Ende der Ruthe ist in d 1 Linie weit quer durchbohrt, rechtwinklich gegen diese Bohrung aber sind zwei spitze Messingstifte e so eingeschlagen, dass ihre Spitzen einander nicht berühren, was man durch Zwischenlegen eines dünnen Bleches beim Einschlagen erlangt. Die an einem Ende verkeilte Bohrung wird mit dem genannten Zündpulver angefüllt und sodann am anderen auch zugepfropft. Nach dem Einsetzen der Ruthe wird die

zweite Hälfte der Pulverladung eingeschüttet und das Loch mit Sand besetzt, (indem allerdings auch bei dieser Art der Ladung eine andere Art mit Schlagen und Stosen verbundene Verschlussweise schwierig und nicht gefahrlos seyn dürfte.) Wird nun der eine Leit- und Zünd-Drath mit der äusseren, der andere mit der inneren Belegung der geladenen Flaschen in Verbindung gebracht, so erfolgt die Zündung augenblicklich indem der Funke von einer Spitze zur anderen überspringend, durch das Zündpulver schlägt. Bei den Versuchen im Okerthale hat man ebenfalls mehrere Schüsse auf ein Mal weggethan, wozu (S. Fig. 32.) der eine Leitdrath A nach der ersten Ladung, der zweite B von dieser nach der zweiten, ein dergl. von da eben so nach der dritten Ladung u. s. f. von der letzten endlich der Drath C nach der Batterie zurückgeführt ist, so dass auch hier der ganze Funke durch alle Ladungen geht. Die Bohrlöcher wurden dort 80—90 Zoll tief und über 2½ Zoll weit geschlagen. Die Wirkung dieser vereinigten Schüsse (in dem dortigen sehr festen Granit,) soll sehr gros seyn.

Einfacher, wohlfeiler und für das Wegthun vereinigter Schüsse zuverlässiger als die Anwendung des galvanischen Stromes, scheint diese Weise unstreitig, und es wird zunächst das Augenmerk nur darauf zu richten seyn: einen festeren Besatz als es der Sand ist ohne Störung und Gefahr darauf zu bringen.

§. 56. Das Beräumen, ist die letzte Arbeit wenn der Schuss losgegangen und von Wirkung gewesen ist. Es besteht in dem Hereingewinnen der durch den Schuss nur theilweis gelösten, wenigstens nicht aus ihrer ursprünglichen Lage entfernten Massen, dem Beseitigen der hereingeworfenen u. s. f.

Der Arbeiter darf sich in dieser Absicht nach dem Ansatzpunkte des Schusses erst dann begeben, wenn das Hereinstürzen der nachbrechenden, ihres Haltes beraubten Massen völlig aufgehört hat, das Gestein zur Ruhe gekommen ist. Auch alsdann darf er sich, vornehmlich in Gruben aber auch in anderen Bauen mit hohen Stö-

Digitized by Google

sen, von denen noch nachträglich durch die leiseste Erschütterung sich Wände lösen und herabstürzen könnten, nur mit groser Vorsicht, unter stetem Beklopfen der Förste und der Stöse mit dem Fäustel, nähern. An Ort und Stelle hat er die Wirkung des Schusses durch Schlägel und Eisen, Keilhaue, Brechstange, Keil und Fimmel nach Kräften zu vervollständigen und auszubeuten, weil häufig in diesen nicht hereingeworfenen Massen der gröste Theil des Erfolges liegt, ja eigentlich liegen muss. Dieser Arbeit schliest sich sonach die weitere Gewinnung unmittelbar da an, wo die Bohr- und Schies-Arbeit mit einer anderen im Vereine angewendet wird; (Vgl. §. 63.) in ihr ist es wo der Häuer seine Umsicht und Geschicklichkeit bewähren kann. Er hat wohl zu erwägen wie weit er darin gehen darf und muss; weder in schon getrennte oder gespaltene Massen, wenn sie nicht aus noch zu grosen zusammenhängenden Wänden bestehen, (wie vornehmlich in Tagebauen bei Anwendung starker Schüsse der Fall seyn kann,) nochmals einen Kraft und Kosten versplitternden Schuss zu setzen, wie diess träge gedankenlose Häuer gern thun, besonders da wo sie das Pulver nicht zu bezahlen haben, (wie es aber auffallend genug, selbst bis in die neueste Zeit, von manchem Betriebsofficianten (!) angepriesen wird) — noch auch sich zu lange und fruchtlos da abmühen, wo ein zweiter Schuss ganz am rechten Orte wäre. Der Preis des Pulvers, Stahls und Eisens und der der Handarbeit, müssen auch für den Beamten den Masstab zur Bestimmung der Grenzen geben, innerhalb deren er den Häuer zu einem und dem anderen Verfahren anzuhalten hat.

§. 57. Von den der Bohr- und Schies-Arbeit eigenthümlichen Gefahren, deren Ursachen und den Mitteln dieselben zu verhüten.

Das Bohren und Schiesen ist, wie schon aus allen Bisherigen zu ersehen, mit Gefahren verknüpft, welche bei anderen Gewinnungsarbeiten nicht vorhanden sind. Diese beruhen sämmtlich auf der Eigenthümlichkeit der angewendeten Kraft, der des Pulvers, und zwar auf der Schwierigkeit, ja Unmöglichkeit, deren Entwickelung ganz

in seiner Willkühr zu behalten, völlig zu beherrschen. Sie beginnen daher erst mit dem Besetzen.

Diese Gefahren sind 1) solche welche beim Besetzen und vor der beabsichtigten Entzündung der Ladung oder 2) solche welche nach letzterer eintreten können. Beide sind jedoch in ihren Grundursachen eng mit einander verbunden.

Von dem grösten Theile derselben, ist zwar, ebenso wie von den Mitteln zu deren Verhütung, schon im bisherigen bei der Beschreibung der einzelnen Gezähe, Hülfsmittel und Arbeiten gelegentlich gesprochen worden, es wird jedoch nicht überflüssig seyn hier noch einmal diesen Gegenstand für sich in's Auge zu fassen, da er von der ersten Zeit der Anwendung dieser Arbeit an, ein Gegenstand ernster Besorgnisse war und bis jetzt mit Recht geblieben, also ein sehr wichtiger ist.

ad. 1) Die Gefahr beim Besetzen ist die einer zu frühen Entzündung während der Arbeiter noch damit beschäftigt ist.

Eine solche vorzeitige Entzündung kann aber veranlasst werden:

A) durch Funkenbildung (das Feuerreissen) oder Wärmeentwickelung überhaupt,

a) bei dem Gebrauche des Stampfer's.

b) bei dem der Räumnadel.

Der Stampfer kann Funken erregen wenn er aus hartem oder durch wiederholten Gebrauch hart gewordenem Eisen oder gar aus Stahl bestehend, mit hartem Gestein oder fremden Gemengtheilen von Quarz und ähnlicher Härte im Besatze zusammentrifft; die Räumnadel, indem sie beim Besetzen an eine Wand des Bohrloches vielleicht gar an einem Absatze darin, endlich auch in jene fremden Gemengtheile im Besatze stark angepresst wird und sonach beim Ziehen einer grosen Reibung unterliegt, welche nur Wärme entwickeln oder gar Funken reissen lässt; eine Feuer-Entwickelung ist aber gerade bei der Nadel um so gefährlicher als dasselbe hier auf dem nächsten Wege durch die Zündspur zu dem Pulver gelangen kann.

Digitized by Google

Gerissene Funken können entweder mechanisch gebildete, in abgerissenen glühenden Metall-Theilchen bestehende, oder electrische seyn. Zu Erzeugung der letzteren würde nicht einmal Metall nöthig seyn, denn viele Mineralien welche an einander geschlagen oder noch mehr gerieben werden, bringen dergl. Funken, öfter nur ein Leuchten, hervor.

Die Möglichkeit einer Zündung des Pulvers durch den electrischen Funken liegt aber um so entfernter als ja nach dem vorigen §. nicht einmal ein weit stärkerer, aus einer Batterie hervorgegangener dieselbe unmittelbar zu bewirken vermag, geschweige denn ein so schwacher, der wie hier noch überdem überall eine Ableitung findet. Sonach bleibt nur der mechanische Funke und die Wärmeentwickelung durch Reibung übrig, obschon auch für ersteren nur unter den ungünstigsten Verhältnissen der neben der Nadel freibleibende Zwischenraum weit genug seyn sollte um ihn hinabgelangen oder die Entzündung des Pulvers selbst fortpflanzen zu lassen; (Vgl. §. 27. S. 407.) die durch Reibung entwickelte Wärme aber ebenfalls ringsum gute Ableitung findet.

Die gröserentheils schon genannten Masregeln gegen diese Art der Entzündung sind folgende;

α) Anfertigung der Stampfer aus weichem und durch öfteres Glühen weich zu erhaltenden Eisen, aus Kupfer, aus Eisen mit Schuhen von Kupfer oder noch weicherem Metall, aus Holz; wovon weicheiserne bei einiger Vorsicht ausreichen, nur etwa für die ersten Lagen des Besatzes wo die Gefahr am Grösten ist, namentlich aber in Quarz, Hornstein, Jaspis oder andere leicht feuerreissende Gemengtheile enthaltendem Gesteine, hölzerne rathsam, während die übrigen zu weich, minder haltbar und kostspielig sind. Vgl. §. 19.

β) Räumnadeln von Kupfer, Tomback, Messing, wogegen dergl. von Holz oder Fischbein unhaltbar, eiserne oder selbst eiserne mit Ueberzügen von weichen Metallen gefährlich sind, da letztere bei übrigens geringer Dauer, leicht Veranlassung geben können, dass sich die vorspringenden Ecken harter Gesteinkörner in die wei-

Digitized by Google

che Ueberkleidung fest einsetzen und diese bis auf den Eisenkern durchritzen können. (Vgl. §. 20.)

Obschon selbst Kupfer und Messing, selbst Blei, sogar Letzteres gegen Holz geschlagen und stark gerieben, Feuer entwickelt und Pulver entzündet haben sollen, (Vgl. u. A. die Versuche von Aubert, Bullet. de la soc. d'encouragem. an XXV. (1826.) p. 181. und Kalender für d. sächs. B. u. H. Mann. Jgg. 1836. S. 2.) so ist diess doch bis jetzt, wo es nachweislich, nur auf zu wenige Fälle und wahrscheinlich besondere Umstände beschränkt gewesen.

γ) Besetzen mit einem von Quarz und ähnlichen Gemengtheilen freien Material. (Vgl. §. 30.)

δ) Cylindrisches oder kegelförmiges Abbohren der Bohrlöcher ohne Rippe oder Absatz an welchem der Stampfer anschlagen, die Räumnadel angepresst, gebogen, gerieben werden könnte.

ε) Einführen des Pulvers in einer Patrone, nicht freies Einschütten, um die Wände des Bohrloches von Pulverstaub frei zu erhalten. (Vgl. §. 28.)

ζ) Anbringen eines gut abschliesenden Pfropfes über dem Pulver. (Vgl. §. 29.)

η) Aufbringen der ersten Lagen des Besatzes blos durch Drücken, nicht mit Stos. (Vgl. §. 44.)

ϑ) Bestreichen der Räumnadel vor dem Einsetzen mit Inselt, oder auch Oel. (Vgl. §. 44.)

ι) Allmäliges Ziehen der Räumnadel in einzelnen Absätzen, bevor sie zu fest ein- und angepresst ist, daher nicht erst zuletzt mit einem Male, noch weniger Eintreiben der Räumnadel zuletzt in den schon ganz vollendeten Besatz was nicht ohne sehr starke Reibung ausführbar ist, vielleicht selbst nicht ohne Umbiegen der Spitze auf dem Boden des Bohrloches ausführbar wäre. (Vgl. §. 41.*))

*) Um dieses Ziehen der Räumnadel ganz allmälig und ohne alle plötzlichen rückenden Bewegungen zu bewirken, hat man wohl die Anwendung von Schrauben vorgeschlagen; dazu u. A. vor mehreren Jahren in Freiberg in folgender Einrichtung. Ein gusseiserner Fus in

Digitized by Google

κ) Einsetzen der Räumnadel in die Mitte des Bohrloches, ganz in der Besatzmasse, mit Stampfer und Räumnadel nach der Fournet'schen und ähnlichen Einrichtungen. (Vgl. §. 19. S. 381.)

λ) Absonderung der Räumnadel von den Bohrlochswänden so wie der Besatzmasse durch Schiesröhrchen von Schilf oder anderen geeigneten Stoffen. (Vgl. §. 31. S. 468.)

μ) Anwendung von Sicherheitszündern um die Räumnadel ganz entbehrlich zu machen. (Vgl. §. 31. S. 462.)

ν) Anwendung von Sand- Keil- Pflock- u. dergl. Besatz so weit man damit ausreichen sollte, um sowohl den Stampfer als die Räumnadel beseitigen zu können. (Vgl. §. §. 46. 48.)

c) Entzündung in Folge der Reibung fremder im Pulver enthaltener Körper an einander. — Für sie scheint jedoch eigentlich keine Möglichkeit vorhanden zu seyn, weil Theile von solcher Gröbe wie sie hierzu erforderlich wären weder durch die ganze Bereitung des Pulvers gehen können ohne schon hier eine Explosion zu veranlassen, noch minder ohne zermalmt oder wenig-

---

der Form eines der Höhe nach aufgeschlitzten Cylinders, oben und unten in eine Scheibe endigend, durch die obere ging eine Vollschraube welche unten einen Haken trug, der sich in dem Schlitze auf und nieder bewegte wenn man erstere mittelst einer aufgesteckten, auf der oberen Scheibe aufsitzenden Mutter anzog oder nachliess, was mit Hülfe zweier Schraubenschlüssel geschah.

Würde dieser Fus über der Bohrlochsmündung aufgestellt und das Oehr der Räumnadel in den Haken eingehängt, so konnte natürlich das Ziehen der letzteren mittelst des Schraubenschlüssels ganz allmälig erfolgen. War sie bis auf eine gewisse Höhe aufgestiegen, so sollte der Haken wieder nachgelassen, um soviel aber der Fus durch ein neues untergesetztes Stück erhöht werden, worauf das Ziehen wieder beginnen konnte u. s. f.

Diese und ähnliche Vorrichtungen für gleichen Zweck würden aber bei einer in so unzähligen und an so verschiedenen Funken vorzunehmender Arbeit wie das Besetzen ist, viel zu umständlich in der Anwendung, kostspielig in der Anschaffung seyn, und wie in allen ähnlichen Fällen für jeden Arbeiter einen Aufseher erfordern, der dafür sorgte dass jener sich ihrer auch wirklich bediente.

Digitized by Google

stens ausgeschieden zu werden. Ein leichtes Zusammendrücken des ersten Besatzes, Anwendung fester Pfröpfe auf dem Pulver sind übrigens auch dazu empfehlenswerth.

d) Wärmeentwickelung durch Zusammenpressung der Luft in und über dem Pulver durch das Besetzen. — Dass sich aus einer in völlig geschlossenen Raume um das Vielfache — 28 Mal — schnell zusammengepressten Menge Luft die zur Entzündung des Pulvers nöthige Hitze entwickeln kann, ist nicht in Abrede zu stellen, wohl aber dass im vorliegenden Falle ein so vollkommener Abschluss je statt finden, die Luft soweit zusammengedrückt werden könnte, die wenige frei werdende Wärme nicht sofort durch die Umgebung abgeleitet würde. Will man ja die entfernte Möglichkeit dieses Weges der Entzündung berücksichtigen, so kann diess durch Anwendung eines lockeren die Luft durchlassenden Pfropfes von Moos oder dergl. über dem Pulver, selbst wohl durch die, übrigens nicht von günstigem Erfolge begleitet gewesene, hohler Räumnadeln (Vgl. §. 20. S. 389.) geschehen.

e) Entzündung durch im Pulver enthaltene schon durch eine geringe Reibung detonirende chemische Verbindungen; knallsaure Salze, (chlorsaures Kali.) Sollten dergleichen Bildungen statt finden, wovon die Möglichkeit nicht in Abrede gestellt werden kann und bei manchen eingetretenen Unfällen den einzigen Weg zur Erklärung giebt, so würde es freilich kein zuverlässiges Mittel geben zu frühzeitige Entzündungen zu verhüten weil diese schon ein geringer bei dem Besetzen unvermeidlicher Druck oder Stos hervorrufen würde, jene Verbindungen aber, angestellten Versuchen nach, sich selbst in aus chemisch reinen Stoffen gefertigtem Pulver zu bilden scheinen, welche Bereitung noch dazu im Grosen unausführbar seyn würde, daher nur die übrigens unzureichenden Besatzmittel: Sand und dergl. übrig bleiben, welche ohne Stos eingebracht werden können.

Die Gefahren welche 2) nach der Entzündung eintreten, können, soweit sie überhaupt dieser Arbeit ei-

Digitized by Google

genthümlich, mehr nur solche seyn, welche nicht dem regelmäsigen Verlaufe zugehören, obschon sie ebenfalls auf unerwarteter Entzündung beruhen.

Gefahr kann nehmlich eintreten:

1) in Folge scheinbaren Versagens des Schusses, wenn der Zünder abgeschlagen hat, d. h. abgebrannt ist ohne das Pulver zu entzünden, (was übrigens auch bei Sicherheitszündern und ähnlichen eintreten könnte,) ja vielleicht selbst von den Schwefelmännchen nicht ergriffen worden ist. In diesem Falle soll der Häuer nicht unter ¼ Stunde nach dem Bohrloche hinfahren, (auf dem Harze ist sogar ½ Stunde vorgeschrieben; vergl. Zimmermann, das Harzgebirge, Thl. I. S. 363.) weil sich der Zünder wohl so lange glimmend erhalten und bei der Annäherung des Häuers erst noch die Ladung plötzlich entzünden kann. Diese Vorschrift wird jedoch leider selten genug beobachtet, weil der Häuer keine Zeit verlieren will, freilich auch durch das Mas der vorgeschriebenen Arbeit gedrängt wird.

Wenn er sich endlich an den betreffenden Punkt hinbegiebt so kann ferner Gefahr eintreten:

2) bei dem Herausnehmen der ausgebrannten Zünderhülse, (besonders bei Schilf, während bei Papier durch Fortglimmen schon die erstere Gefahr gröser wird.) Der Häuer sucht dieselbe nehmlich herauszuziehen, ragt aber deren Ende nicht oben heraus, so sucht er sich dadurch zu helfen, dass er die Räumnadel in die Hülse einstöst, dadurch darin einklemmt und mit ihr letztere herauszieht.

Auch dabei kann sich ader noch ein Funke in der Hülse verhalten haben, der nun erst durch die Nadel hinab zu dem Pulver gebracht wird, oder der im Innern enthaltene Pulverrückstand kann, als ein kräftiger Pyrophor (Vgl. §. 27. S. 418.) sogar erst durch die von der Nadel hervorgebrachte Reibung wieder neu Feuer entwickeln.

Nicht unzweckmäsig ist deshalb eine Art Löffel, nehmlich ein der Länge nach halbirter Cylinder von Messingblech (Taf. VIII. Fig. 33.) weit genug um die

Digitized by Google

Zünderhülse umfassen zu können und oben mit einem Hefte versehen. Diesen führt man so in die Zünderspur, dass er die Hülse von aussen halb umschliest, worauf man diese löst und herausbringt.

3) eine letzte Gefahr liegt endlich in dem Ausbohren versagt habender Bohrlöcher.

Ist durch drei bis viermaliges Aufsetzen eines neuen Zünders, (was freilich bei Sicherheitszündern so wie bei Sandbesetzung nicht möglich seyn würde,) der Schuss nicht zum Losgehen gebracht worden, so ist ein Ausbohren desselben, d. h. des Besatzes bis auf das Pulver hinab und ein Auslöffeln des letzteren, nur dann zu gestatten, wenn das Bohrloch durch vorher durch die Spur eingegossenes Wasser ersäuft, das Pulver nass gemacht werden kann, also nur wenn das Loch abwärts sieht; wenn diess aber nicht ausführbar ist, streng zu untersagen, wie solches auch bei einem geregelten Bergbaue geschieht, (Vergl. Kalender für den sächs. Berg- und Hütten-Mann Jgg. 1836. S. 121. — Zimmermann, das Harzgebirge Thl. I. S. 363.) Die Wiedergewinnung des in dem Bohrloche enthaltenen Pulvers ist aber für die in und ausser dem Gedinge arbeitenden Häuer zu verführerisch, als dass nicht leider sehr oft gegen diese Vorschrift gefehlt werden sollte, worin aber auch eben, wie schon früher erwähnt wurde, eine hauptsächliche Ursache lag, die hölzernen Schiespfröpfe nicht zu gebrauchen, durch welche das etwaige Ausbohren sehr erschwert wurde.

Diese Gefahr war es wohl auch zum grosen Theile, wegen der man nicht nur bei der ersten Einführung des Bohrens und Schiesens die ganze Arbeit durch besonders dazu bestimmte Leute (Untersteiger, Gänghäuer, bewährte Häuer,) verrichten liess, — was schon wegen der Neuheit dieser von allen anderen ganz verschiedenen Arbeit, ja selbst wohl schon der anfänglichen Geheimhaltung des Verfahrens halben nicht anders seyn konnte, — sondern auch dieses Verfahren an vielen Orten, wenigstens bei dem Besetzen und Wegthun noch lange, ja bei manchen noch bis in die neueste Zeit beibehielt.

Digitized by Google

Rathsam und empfehlungswerth ist dasselbe jedoch im Allgemeinen, besonders bei zahlreicher Mannschaft, nicht, wie diess schon oben gelegentlich erwähnt worden, weil dadurch Zeit und Kraft versplittert werden, die Arbeiter nicht einmal für den Erfolg ihrer Arbeit verantwortlich gemacht, am wenigsten weiter eingeübt und ausgebildet werden können, sonach blose mechanische Werkzeuge bleiben.*) Etwas Anderes ist es wenn dann und wann Arbeiter aus tiefer stehenden Classen, oft des geringeren Lohnes wegen, zu dieser Arbeit verwendet werden, welche weder Uebung noch Urtheilsfähigkeit, geschweige denn Zuverlässigkeit genug besitzen um ihnen etwas mehr als nur das Schlagen der Bohrlöcher überlassen zu dürfen. Bei einigem Bergbaue wo diese Einrichtung noch statt findet ist sie daher auf die Schichtarbeiter beschränkt, wogegen die Gedingarbeiter, sogar auch wohl die Weilarbeiter, selbstständig handeln.

Alle Gefahr beim Schiesen zu beseitigen, wird natürlich nie möglich seyn, eben so wenig als bei vielen weit minder gefährlichen Arbeiten; liesse sich aber von allen Unglücksfällen der wahre Hergang ermitteln, so würde wohl die jetzige Wahrscheinlichkeit zur Gewissheit werden: dass der allergröste Theil auf unverzeihlicher Vernachlässigung der einfachsten und nöthigsten Vorsichtsmasregeln beruht, folglich recht gut vermieden werden könnte. (Vgl. über diesen Gegenstand einen Aufsatz in dem Kalender für den sächs. Berg- und Hütten-Mann Jgg. 1836. S. 1. und in den Transactions of the roy. geol. society of Cornwall, vol. I. (1818.) p. 78. et s.)

§. 58. Umstände und Verhältnisse von denen die Wirkung des Schiesens abhängt und darauf begründete Regeln für das Ansetzen der Bohrlöcher.

*) Jedoch soll damit eben so wenig behauptet werden, dass bei allem Bergbaue wo den Häuern das Bohren und Schiesen ganz überlassen ist, Alle oder wenigstens der gröste Theil sehr umsichtig und selbstdenkend zu Werke gingen, wohl aber dass ihnen im entgegengesetzten Falle auch alle Gelegenheit abgeschnitten wird diess je zu können.

Aus ähnlicher Ursache aus welcher diese Gewinnungsarbeit mit eigenthümlichen Gefahren verknüpft ist, gesellen sich zu den Verhältnissen auf denen bei den übrigen, namentlich den bisher beschriebenen, Arbeiten der Erfolg beruht, noch andere, welche allerdings zum grösseren Theile schon aus dem Bisherigen ersichtlich waren. Diese Umstände sind 1) theils solche welche auf dem die Kraft liefernden Stoffe, dem Pulver, beruhen, theils 2) örtliche in den zu gewinnenden Steinmassen begründete, desshalb mehr oder minder unabänderlich, wenigstens für jeden einzelnen Schuss, gegebene. Letzteren muss man sich, wenigstens in gewissen Grenzen fügen; erstere hat man, der Hauptsache nach, in seiner Macht.

Diese ersteren werden festgestellt durch:

1) die Güte des Pulvers; diese wieder beruhte a) auf dessen gehöriger Stärke, (Güte der Materialien, Zusammensetzungsverhältnissen, Zusammenarbeitung, Gröse, Gestalt und Beschaffenheit des Kornes,) b) Trockenheit. (Vergl. §. 27.)

2) Gleichförmige und schnelle Entzündung; diese beruht a) auf Vermeidung alles esten Zusammenstampfens der Ladung, b) Vereinigung der letzteren auf eine nicht zu grose Höhe mit kleinem Querschnitte, also in einem Raume dessen Masverhältnisse nicht nach verschiedenen Richtungen zu ungleich sind; c) Entzündung der Ladung von der Mitte aus. (Vgl. §. 44.)

3) Verhütung des wirkungslosen Entweichens der entwickelten Gase:

a) durch einen guten Verschluss über dem Pulver, mit einem dichten, festen und fest in das Bohrloch eingebrachten Besatzmaterial, damit weder dasselbe aus dem Bohrloche herausgeworfen, noch zusammengedrückt werde, noch gar die Gase durch die Masse selbst einen Ausgang finden lasse;

b) durch thunlichste Verengung der Zündspur um die durch selbige entweichende Gasmenge zu einer kleinsten werden zu lassen;

c) Vermeidung von Klüften und Drusen, welche

Digitized by Google

durch das Bohrloch, insbesondere den Pulversack, d. i. den die Ladung enthaltenden Theil desselben, oder wenigstens sehr nahe daran vorbeisetzen und die selbst wieder entweder schon offen seyn, oder gleich durch den ersten Andrang der Kraft geöffnet werden können, in beiden Fällen aber einen Theil der Kraft, wenn nicht die ganze, ungenutzt entweichen lassen.

Die zweite Classe, die mehr örtlichen Verhältnisse, sind dieselben welche schon bei den bis jetzt beschriebenen Eisenarbeiten ihren Einfluss geltend machten: nehmlich

1) Die Festigkeit, überhaupt die Gewinnbarkeit der Masse;

2) Die Anzahl, Gestalt und Lage der freien Flächen und die damit zusammenhängende

3) Spannung der Masse;

4) Die Zerklüftung, bis zu dem Grade in welchem sie noch die Wirkung des Pulvers befördert, den Einfluss der freien Flächen ergänzt.

5) Die Lage der abzutrennenden Gesteinmasse gegen die ganze übrige hinsichtlich der Unterstüzung des Schwerpunktes, je nachdem ihr zufolge das Gewicht der abzutrennenden Masse zu Hülfe kommt, oder mit zu überwinden ist.

Diese letzteren Verhältnisse sind es namentlich von denen bei dem Ansetzen der Bohrlöcher ausgegangeu werden muss, vorausgesetzt dass man die ersteren in der vortheilhaftesten Weise darzustellen vermocht hat; aber es sind auch jene letzteren gerade bei dieser Arbeit einflussreicher, weil man hier die Gewinnung grösserer Massen auf einmal beabsichtigt als bei jenen, die Hereintreibearbeit ausgenommen, daher z. B. Zusammenhang, Festigkeit und Spannung von verhältnissmäsig höherem Grade, auch hier bei einer beabsichtigten Wirkung von geringerem Bereiche, bei schwachen Ladungen nachtheiligen, im Gegenfalle bei starken Ladungen vortheilhaften Einfluss üben, während eine starke Ladung bei geringerem Zusammenhange nie eine sehr ausgedehnte Wirkung haben kann.

Digitized by Google

Nach den sämmtlichen genannten Verhältnissen wird bei dem Ansetzen eines Bohrloches vor allen Dingen die Gröse des Vorgebens, (des Abbruches,) bestimmt. Unter Vorgeben versteht man nehmlich die rechtwinkliche oder kürzeste Entfernung der Pulverladung von derjenigen freien Seite des Gesteines, nach welcher hin der Schuss werfen soll und kann, also unter übrigens gleichen Umständen von der nächst liegenden, daher das Vorgeben mit der theoretisch genannten „Linie des geringsten Widerstandes“ zusammenfallen muss.

In der Mehrzahl der Fälle wird dadurch zugleich mittelbar die Masse des Gesteins bestimmt, welche durch den Schuss abgetrennt werden soll, jedoch nicht nothwendigerweise; indem eben das verschiedene Zusammenauftreten der genannten Umstände bei ganz gleichem Vorgeben und bei an sich so guter Wirkung als sie erwartet werden darf, eine äusserst grose Verschiedenheit in der gewonnenen Masse veranlassen kann, namentlich schon die Breite auf welche nach beiden Seiten hin der Schuss wirken soll, nur in entfernterem Zusammenhange mit dem Vorgeben steht.

Steht das Bohrloch parallel derjenigen Seite, nach welcher hin die Wirkung erfolgen soll, so ist die Gröse des Vorgebens für alle Tiefen gleich, wie z. B. in Taf. IX. Fig. 1. Steht jedoch, was weit häufiger, das Bohrloch der vorderen Fläche zu- oder abgewendet, wie z. B. in Taf. IX. Fig. 2. so wird entweder ein mittleres Vorgeben, a b, von der Mitte der Pulverladung aus, oder ein gröstes, c,f, (namentlich wenn das Bohrloch, wie bei einer einzigen freien Fläche, auf derselben Fläche angesetzt werden muss nach der es werfen soll,) oder endlich ein oberes c,d, und ein unteres e,f, (oberer und unterer Abbruch,) an der Mündung und am Boden des Bohrloches in Rechnung gebracht.

Die Gröse dieses Vorgebens bestimmt sich sonach 1) aus der Lage des Ansatzpunktes, 2) der Richtung und 3) der Tiefe des Bohrloches.

Diese Bestimmung derselben erfordert natürlich viel Umsicht, Gesteinskenntniss und Erfahrung. Häufig wird

Digitized by Google

desshalb selbst bei solchem Bergbaue, bei welchem übrigens die ganze Arbeit des Bohrens und Schiesens den Häuern überlassen ist, wenigstens dieser Theil derselben noch durch Aufseher oder wenigstens ältere geübte Häuer verrichtet. Bei Anfängern ist diess allemal nothwendig. Jene setzen dazu an dem zu gebenden Ansetzpunkte des Bohrloches eine Lehre d. h. einen geraden Span der mittelst eines Klümpchens Lehm (Letten) auf dem Gesteine befestigt wird und zugleich durch seine Richtung die dem Bohrloche zu gebende bezeichnet, während die Tiefe mündlich, (oder auch auf dem Spane,) vorgeschrieben wird. Während des Abbohrens ist öfter nachzusehen ob der Vorschrift genau gefolgt wird.

Je gröser die Anzahl der freien Seiten, je geringer die Spannung, desto gröser ist natürlich im Allgemeinen der Erfolg. Die beschränkteste Wirkung findet wie sich von selbst versteht, unter übrigens gleichen Umständen, namentlich bei Nichtvorhandenseyn von Klüften, bei einer einzigen freien Seite statt, in welcher der Schuss angesetzt werden und nach der er auch werfen muss; so bei Einbruchslöchern. Jedoch kann die Gestalt der freien Flächen im Einzelnen da wo solche nicht ganz ebene und regelmäsige bilden, von einem die Wirkung sehr vergrösernden oder verkleinernden Einflusse seyn. Es ist ferner natürlich dass da wo, wie gewöhnlich, der Widerstand in verschiedenen Richtungen ungleich ist, jener Einfluss so benutzt werden muss, dass er die Wirkung vergrösert, weder einen Theil der Kraft ungenutzt verloren gehen lässt der sich erfolglos im Gesteine, noch in der freien Luft verschlägt, weil die Kraft verhältnissmäsig zu schwach oder zu stark gegen das Vorgeben war.

Wenn z. B. wie in Taf. IX. Fig. 3. für den vorderen Theil des Bohrloches das Vorgeben a gleich stark ist, hinten aber bei b plötzlich sehr stark zunimmt, so wird jeder in diese Masse fallende Theil der Ladung wirkungslos, also unnütz. Dieses Verhältniss wird z. B. eintreten beim Nachschiesen verschrämter Gang- oder Flötz-Massen wo in der Regel das Loch ebenfalls nicht

Digitized by Google

tiefer geschlagen werden darf als der Schram ist, oft kaum so tief.

Gleiches würde der Fall seyn wenn man bei einem Umrisse der Fläche wie in Fig. 4. das Bohrloch noch über den Einschnitt c hinausreichen liesse, auf welchem sich doch, als dem nächsten Wege, die Kraft einen Ausgang suchen, daher den dahinter gelegenen Theil nicht angreifen würde. Im Gegentheil würde es sogar überflüssig, daher nachtheilig seyn, das Bohrloch demselben nur zu nähern, weil schon ein nur bis b, reichendes die Masse a sicher mit hereinbringen wird. Hieraus folgt, dass man schon in sehr gespanntem Gesteine, in runden Bauen u. dergl. wo einmal eine sehr ausgedehnte Wirkung, wenigstens ohne weitere Vorbereitung nicht möglich ist, nicht auf groses Vorgeben ausgehen kann z. B. beim Ausschiesen von Winkeln, Berichtigen von Förste und Sohle beim Streckenbetriebe, Nachholen der Stöse in Abteufen u. dergl.

Von fast noch gröserer Wichtigkeit als die freien Seiten sind aber die Klüfte, schon desshalb weil sie weniger in's Auge fallen, meist erst durch den Erfolg bemerkbar werden.

Auch gegen sie muss im Allgemeinen der Schuss so angesetzt werden dass sie dessen Wirkung vergrössern, nicht verkleinern.

Diess beruht auf der Anzahl und Offenheit der Klüfte ihrer Lage gegen das Bohrloch.

Vor allem darf das Bohrloch nicht mit Klüften zusammenfallen. Es darf daher weder so angesetzt werden dass es einer Kluft folgt, noch auch von einer solchen gekreuzt werden, am wenigsten im Pulversacke, weil sich sonst allemal ein Theil der Kraft auf jener verschlägt, selbst wenn sie an sich nicht offen ist sondern erst durch die erste Kraftentwickelung geöffnet wird. Wird ja in letzterer Weise eine Kluft überbohrt, so muss wenigstens das Bohrloch noch so tief geschlagen werden, dass sie nicht in den Pulversack sondern noch hoch genug darüber in den Besatz fällt.

Setzen daher Klüfte in regelmäsigen Widerholungen

auf, so ist entweder das Bohrloch zwischen zwei derselben, ihnen parallel anzusetzen, wie in Taf. IX. Fig. 5. oder sie sind ebenfalls so zu überbohren, dass der Pulversack zwischen dieselben fällt, wie Taf. IX. Fig. 6. Im ersten Falle sind die zwischen dem Bohrloche und der freien Seite (nach Befinden der zweiten,) liegenden Klüfte nicht nachtheilig, die jenseits desselben, a, aber ist gewöhnlich nützlich indem der Schuss bis zu ihr reisst, also mehr als das Vorgeben wegnimmt. In derselben Weise hebt der Schuss im zweiten Falle gewöhnlich bis zu der vor ihm liegenden Kluft b, also tiefer ab als das Loch selbst ist.

Dieser letztere Fall tritt gar nicht selten bei Flötzbergbau, auf dem Flötze selbst oder im tauben Gesteine ein, in Folge dessen der ganze Betrieb in einer steten Widerholung eines und desselben Verfahrens bestehen kann. Die Bohrlöcher zum Nachschiesen des verschrämten Gesteines werden dann regelmäsig bis zu gewissen Abständen vor den vor ihnen vorbeisetzenden Klüften (Bahnen, Ablösungen, Abdrücken), geschlagen; wenn man aber diesen Abstand (meist von 5 bis 6 Zoll) nicht genau erhalten zu können fürchtet, vornehmlich weil die Entfernung der aufsetzenden Klüfte von einander doch nicht ganz gleichbleibend ist oder wenn man zufällig eine solche Kluft an oder gar übergebohrt hat, so wird wohl auch das Bohrloch bis an eine solche Kluft geschlagen, dann aber bis auf eine gewisse Höhe herauf wieder mit Schiesgrant vollgestampft. So fest wie das Gestein im natürlichen unversehrten Zustande kann jedoch dieser Verschluss natürlich nicht werden

Wenn gegentheils, ebenfalls bei Flötzbergbau, Quarz und andere feste und fest angewachsene Kämme durch das Gesteine setzen, so werden auch die Bohrlöcher nicht tiefer als bis an sie geschlagen, weil der Schuss doch an ihnen abheben würde.

Wenn zwei Klüfte einander kreuzen oder auch nur parallel aufsetzen, vergrösern sie ebenfalls die Wirkung, sofern sie nicht einander stark entfallen; im ersteren Falle vorzugsweise dann, wenn noch eine zweite freie

Digitized by Google

Seite vorhanden ist, wie Taf. IX. Fig. 7. nach der man die Wirkung des Bohrloches hin richtet, indem hier beide Klüfte so wirken sollen wie a in Fig. 5; im Gegenfalle würde der Schuss nach einer von ihnen — oder beiden, nach dem Kreuzpunkte hin, — zu richten seyn, indem sie wie allemal theilweis eine zweite freie Seite ersetzt.

Parallelen und gleichartigen Klüften, welche berücksichtigt werden können, wird aber auch mehrentheils das Bohrloch parallel zu bohren und gegen die vordere, oder eine andere, jene auch kreuzende freie Fläche, zu richten seyn; wie z. B. Taf. IX. Fig. 8.

Drei einander kreuzende und einander zu oder wenigstens nicht entfallende Klüfte wie Fig. 9. sind sämmtlich von Nutzen wenn keine zweite freie Seite vorhanden ist, die ausserdem leicht den Einfluss der einen Kluft oder zweier aufheben würde. Ist das durch die Klüfte abgesonderte Stück mehr prismatisch als keilförmig, so wird es ebenfalls nöthig werden das Bohrloch und somit die beabsichtigte Wirkung nach einer sich durch Offenheit und Lage vorzugsweise dazu eignenden Kluft zu richten.

Eine noch grösere Anzahl von Klüften, oder gar von Systemen derselben, kann die Wirkung nur herunter ziehen, weil das ganze Gestein dadurch in eine Masse unzusammenhängender Brocken getheilt, kurzklüftig wird; letztere müssten denn so gros seyn, die Klüfte also in solchen Abständen von einander aufsetzen, dass jedes einzelne Stück, Gegenstand für einen Schuss wäre; dann kann aber eben desshalb auch nicht von Kurzklüftigkeit die Rede mehr seyn. In einzelnen Fällen kann jedoch wohl auch in kurzklüftigem Gesteine durch einen Schuss nur eine Erschütterung des Ganzen als unterstützende Vorbereitung für Schlägel- und Eisen-Arbeit beabsichtigt werden. Ein günstiges Verhältniss würde dabei auch noch dann stattfinden, wenn jene abgesonderten Stücke vermöge der Rich ung der Klüfte so in einander verschränkt wären, dass mit einem starken Schusse eine Menge derselben gefasst und, eines durch das andere,

Digitized by Google

herausgetrieben werden könnten, obschon immer noch ein merklicher Theil der Kraft verloren ginge.

Schiefriges Gestein schliesst sich seinem Verhalten nach an ein von parallelen Klüften durchzogenes an; ist es geschlossen und zusammenhängend, so kann darin eine sehr umfassende Wirkung erlangt werden.

Drusenräume hingegen wirken, in das Bohrloch oder in dessen Nähe fallend, nur nachtheilig, ebenso der Natur der Sache, aufgelöstes, faules und ähnliches Gestein, dessen Zusammenhang zu gering ist als dass sich die Wirkung weiter als auf die nächste Nachbarschaft erstrecken könnte. Hätte das ganze Gestein diese Beschaffenheit, so wäre es überhaupt für die Anwendung der Schiesarbeit ungeeignet; lägen aber in Festerem nur einzelne Parthieen von dergleichen Masse, so dürfte wenigstens in diesen oder deren Nähe das Bohrloch nicht angesetzt werden. Gegentheils kann es wohl von gutem Erfolge seyn die Schüsse gerade in die verhältnissmäsig festesten Theile des Gesteines einzusetzen; z. B. bei Flötzbergbau in durchsetzende Quarzbahnen.

Eine sonderbare wahrscheinlich aus einem besonderen Zusammentreffen von Umständen hervorgegangene, aber allgemein ausgesprochen ganz ungegründete Ansicht ist die von Blavier, (Journ. des mines t. XXXI. (1812.) p. 31.): dass saigere Löcher mehr leisteten als flache.

Nächstdem muss jeder Schuss so angesetzt werden, dass er, so weit die ganze Art der Gewinnung diess gestattet oder verlangt, als Vorbereitung für einen folgenden dient, das Gestein für denselben frei macht, worüber bei der Anwendung des Bohrens und Schiesens (S. §. §. 63. 64. 65. 66.) mehr zu sagen seyn wird; endlich auch so, dass seine Wirkung sich nicht bis zu einer nachtheiligen Gröse ausdehnt, 1) dadurch dass sie die Sicherheit des ganzen Baues unmittelbar gefährdet, indem sie Massen wegnimmt oder erschüttert, die zu dessen Unterstützung unentbehrlich sind; z. B. die Füse der Ulmen in deutlich geschichtetem Gestein, das feste Dach von Flötzen;

Digitized by Google

2) dass sie Gestein löst auf welchem anderer Ausbau, (Zimmerung, Mauerung,) Maschinentheile oder dergl. ihre Auflagerung finden sollen;

3) dass sie die beabsichtigte Regelmäsigkeit (Ebenheit und Glätte der Umfangswände,) des Baues, oder nur dessen Masverhältnisse stört; unmittelbar, indem sie über die vorgeschriebene Grenze hinauswirkt; z. B. in glatt zu haltende Stöse von Schächten und Maschinenräumen, in Förste und Sohle auf regelmäsigen Strecken; mittelbar, indem sie nöthigt anderes dadurch erst den Halt verlierendes Gestein nachzuholen.

Die absolute Gröse des Vorgebens ist nach dem Allen äusserst verschieden; sie erstreckt sich von wenigen — 3 bis 4 — Zollen z. B. bei Einbruchslöchern in sehr festem Gestein, oder da wo ein gröseres Vorgeben aus den letztgenannten Ursachen geradezu nachtheilig wäre, bis auf die ganze Tiefe der Bohrlöcher, ja noch mehr, da wo die Verhältnisse besonders günstig sind; so in Abbauen, überhaupt in sehr freigemachtem Gestein.

§. 59. Die Grade des Erfolges des Schiesens können zufolge der im vorigen §. aufgeführten Umstände selbst und desshalb weil man diese vorher nicht allemal überblicken und berücksichtigen kann, sehr verschieden seyn, ja sie könnten es in Folge der anderen schon früher angeführten nicht ganz zu bemächtigenden Einflüsse sogar dann noch, wenn erstere vollkommen ermessen werden könnten.

Ein Schuss kann 1) die ganze vorgegebene, vielleicht selbst eine noch dickere Masse auf eine eben so grose oder noch grösere Tiefe als das Bohrloch ist, dazu auf eine grose Breite nach beiden Seiten hin, hereinwerfen.

Dieser Erfolg setzt eine Berücksichtigung aller örtlichen Verhältnisse und gute Erfahrung über die zu gebende Ladung, nicht minder aber ein günstiges Zutreffen voraus und kommt noch am meisten beim Hereinschiesen von verschrämtem Gestein, in Tagebauen, selbst schon bei nur sehr frei stehenden Massen vor. Er ist

Digitized by Google

scheinbar der vollkommenste, in der Wirklichkeit aber nicht, weil alle Kraft welche dabei noch darauf verwendet wird die Masse nach erfolgter Lösung aus ihrem ursprünglichem Zusammenhange ab- und hereinzuwerfen verschwendet ist, den dabei unvermeidlichen Verlust an entweichender Kraft noch ganz ungerechnet.

2) Der Schuss zerrüttet und zertrümmert das gefasste Gestein vollständig in sich selbst, ohne die Bruchstücke aus ihrer natürlichen Lage zu entfernen, so aber, dass sie sich mit Keilhaue, Schlägel und Eisen, Brechstange u. s. f. leicht vollends herein gewinnen lassen.

Dieses ist die vollkommenste und vortheilhafteste Wirkung, weil hier das Pulver nur gerade den nothwendigen Theil der Arbeit verrichtet hat, welcher ihm zukommt, jeder Theil seiner Kraft nur auf Abtrennung verwendet wird, daher auch nach erfolgter Eröffnung der Spalten keiner übrig bleibt, der durch diese nutzlos entweichen kann.

Diese Wirkung abzumessen gehört von Seiten des Häuers die genaueste Kenntniss aller Einflüsse; parallele, gut benutzte Klüfte unterstützen sie sehr. Wenn der Häuer das Pulver nicht selbst zu bezahlen hat, und selbst dann noch, so bekommt freilich oft die Bequemlichkeit das Uebergewicht und lässt ihn eine grösere Ladung geben welche das abgetrennte Gestein, überdem zu grosem Nachtheile aller zerstörbaren Gegenstände in weitem Umkreise, weit hinaus in die Baue schleudert. In vielen anderen Fällen veranlasst dazu wenigstens die Ungewissheit des Erfolges, welcher sobald er die vortheilhafteste Höhe nicht erreicht, auch sogleich ein sehr unvollkommener wird.*)

Auch bei grosen mit starken Ladungen angegriffenen Gesteinmassen, welche man gar nicht hereinwerfen und dadurch, wie schon durch den Schuss, in kleine

*) Dieses, übrigens wenn auch in verschiedenem Grade bei dem meisten Bergbaue stattfindende Ueberladen, hebt u. A. Burkart, (Aufenthalt und Reisen in Mexico Thl. II. S. 244.) als von den mexicanischen Bergleuten durchgängig geübt hervor.

Digitized by Google

Massen zertrümmern sondern im Ganzen erhalten will, — wie insbesondere bei Schiefer, in Tagebrüchen, — sucht man dieselbe Wirkung zu erzielen. (Vgl. u. A. über diese Anwendung in Schiefer-, Gips-, und anderen Steinbrüchen: Polytech. Centralblatt Jgg. 1844. Bd. I. S. 298. — Annales des mines t. VII. (1822.) p. 411. — Bulletin des sciences technologiques t. V. (1826.) p. 304.)

3) Der Schuss schlägt auf, das Gestein wird nur geschreckt; d. h. es wird gar nichts hereingeworfen noch auch nur in sich zerrüttet, sondern nur nach einer oder nach beiden Seiten von dem Bohrloche aus eine Kluft aufgerissen, auf welcher die Kraft entweicht; übrigens bleiben Bohrloch und Gestein unversehrt.

Dieses ist der Anfang zu vollkommener Wirkung, welche zu erreichen die gegebene Ladung zu schwach, der Widerstand zu gros war, insbesondere bei festem Gestein. Sie tritt aber auch wohl dann ein, wenn das Bohrloch einer Kluft folgt, was aber eigentlich beim Ansetzen wohl hätte bemerkt werden sollen daher ein Fehler ist.

Löcher dieser Art sind gewöhnlich ganz verloren, weil auch eine wiederholte Ladung auf der geöffneten Spalte fortgeht. Ist diese nicht weit hinaus, noch mehr nicht tief hinein sondern nur an der Mündung gerissen, so mag es wohl zuweilen gelingen, sie durch Ausstampfen des Loches mit feuchtem Letten so weit zu verschliesen dass das Loch neu geladen, womöglich vorher durch Schlägel und Eisen oder selbst einen anderen Schuss noch freier gemacht, endlich auch wohl noch tiefer geschlagen, etwas leistet. Sollte aber auch eine zweite Besetzung, die mancher Häuer gar nicht versucht, ebenfalls nicht wirken, so bleibt nichts übrig als hinter dem Loche noch ein zweites anzusetzen, welches wenigstens von der durch das erste eingeleiteten Wirkung unterstützt wird.

4) Der Schuss treibt nur einen Keil heraus, ohne die nächstliegende Umgebung mit anzugreifen. (S. Taf. IX. Fig. 10.)

Digitized by Google

Diese Wirkung kann durch einander ganz entgegengesetzte Ursachen hervorgebracht werden; nehmlich a) durch Ueberladung des Bohrloches. Ein zu stark geladener Schuss leistet allemal weniger als ein richtig bemessener, ja selbst als ein etwas zu schwacher, weil die Menge der in einem Augenblicke entwickelten Kraft zu gros ist, so dass sie sich augenblicklich einen Ausgang bahnt, ohne die Erschütterung selbst nur auf das nächstliegende Gestein wirksam fortpflanzen zu lassen; eine Art des Erfolges für welche sich eine Menge ähnlicher Beispiele in anderer Gestalt anführen liesen; b) bei sehr festem, unzerklüfteten, gespannten Gestein. Hier lässt sich nicht allemal behaupten, dass die Kraft zu gering war, indem auch eine grösere nicht mehr geleistet haben würde. Hat man es aber durchgängig mit einem derartigen Gestein zu thun, so muss die ganze Gewinnungsweise mit Rücksicht darauf und zwar so eingerichtet werden, dass immer nur eben auf die Trennung solcher Bruchstücke hingearbeitet wird. Aehnliches würde erfolgen, wenn ein Loch in eine Parthie faules Gestein gesetzt würde, wo wegen dessen geringen Zusammenhanges, aufgelöster Strucktur bis in das Innerste, die Wirkung sich lediglich suf den Ansatzpunkt erstrecken würde; c) wenn das Bohrloch gerade in der Kreuzlinie zweier Klüfte angesetzt ist, welche einen solchen Keil abschneiden; diess würde in den meisten Fällen als Unachtsamkeit gelten müssen.

5) Der Schuss hebt nicht rein ab, d. h. es bleibt ein Theil, und zwar fast allemal der untere des Bohrloches, der Pulversack, stehen, es müsste denn etwa der Widerstand nach unten gröser als der nach oben seyn.

Dieser Fall tritt dann ein, wenn das Bohrloch von Klüften durchschnitten wird, dergleichen überbohrt hat, in oder nahe über, ja selbst unter dem Pulversacke, welche die Kraft entweichen lassen;

c) bei der Besetzung mit leerem Raume über dem Pulver (Vgl. §. 49.) wo wie die Erfahrung gelehrt hat, verhältnissmäsig viele Löcher über dem Pulversacke, in der Höhe des gelassenen Raumes, abheben.

Digitized by Google

Ein solcher stehen gebliebener Theil des Bohrloches kann zuweilen noch benutzt werden, um durch Tieferbohren ein neues Loch herzustellen; sehr oft haben sich hingegen durch jene halbe Wirkung die Umstände so wesentlich verändert, dass dieses Tieferbohren nicht räthlich ist.

6) Der Schuss verschlägt sich auf Klüften und Drusen.

Dieser Erfolg steht im nächsten Zusammenhange mit den unter 3) und 5) bezeichneten, nur dass die Ausgänge so weit sind, oder sich gleich im ersten Anfange so schnell öffnen, dass die Kraft vollständig und ohne auch nur einige nützliche Wirkung entweicht. Ein Ausrammeln der Klüfte und Höhlungen mit Letten und Schiesgrant, Ausgiesen mit in Wasser dick eingerührtem Lehme, hat selten vielen Erfolg, höchstens dann wenn die Drusenräume klein und unmittelbar von dem Bohrloche getroffen sind. Die Wirkung bleibt dabei mehrentheils gering und man ergreift das genannte Mittel nur etwa desshalb um das Bohrloch nicht ganz umsonst gebohrt zu haben.

7) Das Loch pfeift aus; d. h. der Besatz wird ohne alle Wirkung aus demselben hinausgeworfen. Der Grund davon ist entweder a) zu starkes Vorgeben oder b) zu schwache Ladung; (eines ergänzt das andere;) c) unrichtiges Ansetzen des Loches; d) zu niedriger, lockerer schlecht befestigter Besatz. (Vgl. Sand-, Pflock-, Keil-Besetzung in §. §. 46. 47. 48.) e) zu weite Zündspuren welche nicht nur schon ursprünglich eine Menge Kraft entweichen lassen, sondern auch den Zusammenhang des Besatzes unterbrechen, einen leichten Angriff zum Hinauswerfen desselben eröffnen.

Ist das Loch übrigens unverschrt, so wird es, insbesondere wenn mit Schiesgrant besetzt worden, etwas tiefer gebohrt, theils um den Besatz höher, theils um gleichzeitig die durch das Auspfeifen glatt gewordenen Bohrlochswände wieder rauh zu machen und den neuen Besatz daran haften zu lassen.

Digitized by Google

8) Der Schuss **versagt ganz**, d. h. wird nicht entzündet.

Die Ursachen davon können seyn:

a) dass der Zünder nicht anbrennt, von dem Schwefelmännchen oder dergl. nicht entzündet wird; b) dass der Zünder nicht fortbrennt; c) dass er das Pulver nicht ansteckt.

Der erste Fall tritt am seltensten ein, das Schwefelmännchen müsste selbst nicht fortgebrannt, oder der Zünder feucht geworden seyn. Die Ursache von beiden kann in groser Nässe im Baue liegen, besonders in von oben herabfallenden Tropfen, gegen welche Zünder und Schwefelmännchen durch darüber befestigte Schirme von Wachs getränktem Papier, einfacher durch oben darüber gedeckte Traufenbreter, zu schützen sind.

Der zweite Fall kommt vor, wenn der Zünder keine Luft hat, durch ein Pulverkorn, oder davon gebildete Schlacke verstopft wird, zerknickt ist (z. B. Sicherheitszünder), wenn bei tiefen Löchern zwei Zünder auf einander gesteckt sind, davon der obere den unteren nicht ansteckt.

Der dritte endlich: wenn die Zündspur durchhineingefallene Besatzmasse, Aufschwellen des Pfropfes oder dergl. sich verstopft hat, der Zünder bei tiefen Löchern nicht hinabreicht und der Feuerstrahl nicht bis zu dem Pulver gelangt; wenn die Spur bis auf den Boden des Bohrloches reicht, der Strahl daher gar kein Pulver trifft, während die Ladung stark zusammengestampft ist; wenn das Pulver feucht geworden, ja selbst wenn es sehr grobkörnig ist.

Das nöthige Verfahren in allen diesen Fällen, als bei versagenden Schüssen, ist schon oben in §. §. 50. und 57. angegeben worden.

Wieviel Schüsse überhaupt von einer gewissen Anzahl das Ihrige leisten können und müssen, ist selbst unter Voraussetzung bestimmter günstiger Verhältnisse zu verschieden, als dass ein allgemeingültiges Anhalten gegeben werden könnte; höchstens lässt sich ein sol-

Digitized by Google

ches durch längere Erfahrung von jedem einzelnen Bergbaue ermitteln.*)

Ein Häuer welchem alle Löcher werfen ist eben so wenig ein guter zu nennen als derjenige welchem zu viele sitzen bleiben; der erste hat zu wenig gewagt, zuviel Sicherheit genommen, zu viel Pulver verschwendet, indem er nicht an die äusserste Grenze der möglichen grösten Leistung zu gelangen suchte; der andere hingegen hat entweder zuviel gewagt, oder öfter zu wenig Kenntniss und Beachtung der örtlichen Verhältnisse gezeigt.

§. 60. Absolute Gröse der Ladung, Weite und Tiefe der Bohrlöcher.

Sämmtliche drei bezeichnete Verhältnisse stehen wie bekannt im engsten Zusammenhange mit einander. Eine starke Ladung bedingt innerhalb gewisser Grenzen eine grösere Weite, diese mit jener zusammen eine grösere Tiefe.

Ursprünglich ist die Ladung eines Sprengschusses so gros als möglich zu machen, damit man mit der kleinsten Anzahl von Bohrlöchern eine gröste Masse Gestein gewinne. Innerhalb der gewöhnlichen Weite der Bohrlöcher ist nehmlich ein Theil der Arbeit dabei für grose und kleine, stark und schwach geladene ganz gleich, der übrige wächst wenigstens nicht im gleichen Verhältnisse der Weite oder auch der Ladung, so zwar, dass ein Bohrloch mit starker Ladung nicht ebensoviel Arbeit erfordert als zwei schwächere, in welche dieselbe Ladung vertheilt ist. So ist es z. B. für das Zubrüsten und Wegthun fast ganz gleichgültig ob die Ladung gros oder klein, für das eigentliche Besetzen ist der Unterschied

*) In Freiberg warfen, in dem dortigen Gneus- und Gang-Gestein nach schon früher auf Beschert Glück Fdgr. angestellten Versuchen von 100 Schüssen durchschnittlich 76 vollständig, 15 nur zur Hälfte, 2 schlugen auf, liessen sich aber noch nachher wegthun und 2 versagten ganz. In einem Abteufen auf Alte Mordgrube Fdgr. hingegen hoben von 100, 50 rein ab, 30 nicht rein, 10 versagten ganz und 10 ersoffen. (Vgl. Kalender für den sächs. Berg- und Hütten-Mann, Jgg. 1836. S. 7. 8.)

Digitized by Google

wenig gröser, am grösten noch für das Bohren, obschon immer noch nicht in gleichem Verhältnisse mit dem Querschnitte, so lange die übrigen Verhältnisse gleichbleiben.*)

Hiernach würde man also Gewinn haben die Ladung so lange zu vergrösern, als der Erfolg derselben mit dem mehreren Arbeits- und sonstigen Aufwande gleichen Schritt hält.

Sind die Gesteinsverhältnisse: Zerklüftung, Festigkeit u. s. f. von der Art, dass man nach dem in §. §. 58 und 59 Gesagten, grose Massen mit einem Male nicht gewinnen kann, so wird schon dadurch jene freie Steigerung beschränkt; nicht minder wird sie es durch geringe Weite und Höhe der Baue und dadurch vermehrte Spannung. Einen ferneren Einfluss übt die darauf zu nehmende Rücksicht aus, dass nicht etwa die abgesprengten Stücke so gros werden, dass man sie nachher wieder durch schwächere Schüsse, Keile u. s. f. zersetzen muss um sie fortschaffen zu können, wodurch der erlangte Vortheil wieder verloren gehen würde, ausgenommen da wo man gerade so grose zusammenhängende Massen zu gewinnen beabsichtigt.

Nicht minder ist ein anderer unvortheilhafter Umstand der: dass bei unvollkommenem Erfolge eines Schusses der Verlust natürlich gröser ist, als bei dem eines schwachen, da nun aber eben der beste Erfolg der örtlichen Umstände wegen nicht völlig gesichert werden kann, vielmehr diese häufig erst aus jenem erkannt werden, daher bei fortgesetzter Anwendung des Schiesens, welche hier vorausgesetzt wird, jeder Schuss das Anhalten für das Ansetzen des nächstfolgenden geben muss, so ist eine solche Erfahrung natürlich durch schwache Schüsse wohlfeiler erkauft, wie durch starke. Sodann

*) So erforderte z .B. bei Versuchen welche in Freiberg in dem dortigen Gneuse angestellt wurden, ein einmännisches 18 Zoll tiefes im Tiefsten $\frac{7}{8}$ Zoll weites Bohrloch 4900 Schläge, ein $1\frac{1}{4}$ weites aber 6000; die Zahlen der Schläge standen also in dem Verhältnisse = 1 : 1,2245, die Querschnitte aber = 1 : 1,714. Beim zweimännischen Bohren hingegen nahm das günstigo Verhältniss im Vergleiche mit dem einmännischen ab.

ist es bei starken Schüssen noch weniger möglich den Bauen in ihren Umflächen- und Mas-Verhältnissen einige Regelmäsigkeit und Gleichförmigkeit zu erhalten, als bei schwachen.

Endlich ist selbst die durch starke Schüsse verursachte Erschütterung, wenigstens in Grubenbauen, nicht ausser aller Acht zu lassen; denn wenn schon sie im Allgemeinen nicht zu so übertriebenen Befürchtungen Anlass giebt, als man im ersten Anfange hegte, so kann sie doch bei Massen ohne starken Zusammenhang von merklichem Einflusse seyn.

Starke und stärkste Ladungen sind nach Alle dem, noch am Ersten in Tagebauen und Steinbrüchen mit Vortheil anwendbar; in der Grube nur etwa bei sehr weiten Bauen, auf mächtigen Lagerstätten, oder wo mehrere Trümer gleich zusammengefasst werden, vor hohen gut freigemachten Abbaustösen; zum Nachschiesen weit und tief verschrämter Massen; schwache hingegen beim Schiesen aus dem Ganzen (S. §. 64.) in festem stark gespannten Gestein, beim Vor- und Nach-Arbeiten für andere Gewinnungs-Arbeiten, beim Zuführen von zu eckigen und unregelmäsigen Umrissen; zur Unterstützung und Nachhülfe starker Schüsse, zum blosen Erschüttern, namentlich in schiefrigem, zum Weitfortspalten geneigtem Gesteine.

Uebrigens ist aber, wie schon angedeutet wurde, auch die Art des Bohrens zu berücksichtigen; sobald dieses nehmlich, der beabsichtigten Weite und Tiefe der Bohrlöcher zufolge, durch mehr als einen Mann erfolgen muss, wird die Arbeit soviel umständlicher, der auf einen Einzelnen fallende Theil der Leistung soviel geringer, dass in Grubenbauen die Umstände nicht sehr häufig sind unter denen durch mehrmännisches Bohren und Schiesen wirklich ein Vortheil gegen einmännisches erlangt wird.*)

*) Bei Versuchen in Freiberg ergab sich, dass ein zweimännisches Bohrloch 3 bis 4 Mal soviel leisten musste als ein starkes einmännisches (anderthalbmänn.) wenn ersteres Verfahren, letzterem im Nutzen gleich kommen sollte.

Digitized by Google

Während daher bei der ersten Einführung der Schiesarbeit nur zwei- vielleicht selbst dreimännisch gebohrt wurde, erkannte man sehr bald in dem gegen das Ende des 17. Jahrhunderts (Vergl. §. 3.) (etwa 1680) erfundenen einmännischen Bohrer, — damals sogenannten Handbohrer, — eine so wesentliche Verbesserung, dass dadurch erst die Schiesarbeit den rechten Eingang und Aufschwung bekam; man ging mit Recht immer mehr von der ersteren Weise ab, obschon sie sich bei vielem Bergbaue, durch Vorurtheil und Bequemlichkeit bevorwortet, noch lange, ja bei manchem bis jetzt erhalten hat, wo kein vernünftiger Grund dazu vorhanden ist.

Eine andere Veranlassung mehrmännisch zu bohren kann übrigens die grose Festigkeit des Gesteins, oder die nothgedrungene unbequeme Stellung oder Lage der Arbeiter beim Bohren seyn; in beiden Fällen bekommen aber die Bohrlöcher wenig oder keine grösere Weite als einmännische. Hinter der ersteren Ursache, z. B. in Schweden und Norwegen bei mehrerem Bergbaue vorwaltend, dürfte aber auch wohl nur das Hängen am Hergebrachten versteckt seyn, weil bekanntlich an anderen Orten in eben so festem, ja weit festerem Gesteine mit besserem Erfolge einmännisch gebohrt wird. Anders ist es mit ungünstiger Stellung der Arbeiter, etwa auf ganz niedrigen Flötzbauen wie z. B. im Mannsfeldischen, wo der auf einer Schulter liegende Häuer nicht wohl beide Verrichtungen: das Schlagen und das Setzen des Bohrers gleichzeitig verrichten kann.

Dass hieraus aber eben so sicher folgt, dass man unter Verhältnissen wo stärkeres daher mehrmännisches Bohren sehr vortheilhaft ist, wie namentlich oft über Tage, dasselbe nicht ohne alle Ueberlegung ebenfalls verwerfen darf, versteht sich von selbst.

Auch bei dem einmännischen Bohren kann natürlich die absolute Gröse noch sehr verschieden seyn. Wie aber überall von einem Extreme zum anderen übergegangen wird, so hat man auch wiederholt im jetzigen Jahrhunderte von verschiedenen Orten aus sehr schwaches Bohren und Laden ganz allgemein und ohne Un-

Digitized by Google

terschied angepriesen. War dazu wirklich ein Grund vorhanden, so war es ein rein örtlicher, nur eben in den dortigen Gesteins-Verhältnissen liegender; sehr irrig aber die Folgerungen daraus auf andere Orte übertragen zu wollen, an denen jene Verhältnisse ganz andere waren. Obschon jedoch, wie immer wieder erinnert werden muss, jede Ladung sich nach den örtlichen Umständen zu richten hat, daher zuweilen selbst eine durchgängige Anwendung schwacher Schüsse recht gut seyn kann, so wird doch in festem Gesteine selbst bei geringem Vorgeben dadurch eine Menge Pulver verschwendet werden, welches sich nutzlos im Gesteine verschlägt, zum Theil durch die Zündspur fortgeht, die ja nicht in demselben Verhältnisse enger gemacht werden kann und desshalb einen gröseren Verhältnisstheil des Querschnittes einnimmt. Die Anzahl der Schüsse und somit die ganze Arbeit wird vermehrt, das Bohren selbst verhältnissmäsig schwieriger, weil schwache Bohrer sich schwerer festhalten, drehen lassen, elastischer sind, dadurch prellen, langsamer fortrücken, leichter zerbrechen, mehr Strauben bilden, in die Fäustelbahnen Löcher schlagen.

Uebrigens ist auch die Erfahrung zu berücksichtigen dass da wo ein schmäleres Geböhr gegen früheres breiteres eingeführt wurde, der Häuer den einmal eingewohnten Schlag nicht verändern, daher auf den schwächeren Bohrer nicht mehr Schläge in derselben Zeit führen wird als vorher auf den stärkeren, sonach auch von solchen schwächeren Löchern in der Schicht wenig mehr bohrt. Jener Streit ist desshalb ein müssiger weil jene so allgemein gehaltene Behauptung einseitig, obschon man ebenso wenig, wie in allen Theilen der Grubenwirthschaft Verbesserungen von der Hand weisen, Bestehendes nicht blos desshalb für alle Zeit erhalten darf weil es eben besteht.*)

*) Auch in Sachsen zog sich vor etwa 20 Jahren eine lange Erörterung mit gegenseitigen Versuchen über die allgemeine Anwendung sehr schwacher Bohrer fort, wie dergleichen ursprünglich in dem marienberger Revier angewendet von da in das Altenberger eingeführt

Mit der Gröse der Ladung muss natürlich die **Weite** des Bohrloches in einem richtigen Verhältnisse stehen, weil ausserdem, wenn jene ohne diese zunähme die Ladung höchst unvortheilhaft in einen langen dünnen Cylinder vertheilt, ihre Entzündung desshalb ungleichförmig und zu langsam erfolgen, somit endlich die ausgeübte Kraft geringer seyn würde. Geht man blos von der Beschleunigung nnd Gleichzeitigkeit der Entzündung aus, so würden eigentlich weitere Löcher für gleiche Ladungen wegen der dadurch bewirkten Concentration empfehlungswerth seyn, wenn nicht dadurch die Arbeit des Abbohrens unverhältnissmäsig vergrösert, die Wirkung am Ende auf eine zu kleine Angriffsfläche vereinigt würde, noch nicht gerechnet dass bei solchem gröseren Querschnitte das Pulver mit desto gröserer Kraft darauf hinarbeitet den Besatz herauszutreiben.

Hiernach kann es übrigens sehr zweckmäsig seyn selbst bei einem und demselben Betriebe Bohrer von verschiedener Kopfbreite anzuwenden, wenn man es mit verschieden-festem Gestein zu thun hat.

Auch die **Tiefe** muss zu der Weite und so ebenmäsig zu der Ladung in einem bestimmten Verhältnisse stehen; mittelbar, durch den Zusammenhang derselben mit dem Vorgeben und dem des letzteren mit der Ladung; unmittelbar, weil über der Ladung Höhe genug

---

worden waren, wobei die Vorzüge dieser von ihren Anhängern eben so fest behauptet wurden als die viel stärkerer Bohrer von Anderen, namentlich im freiberger Revier. Zuletzt gab die unmittelbare Vergleichung, dass die altenberger Bohrer allmälig etwas breiter, die freiberger (früher wohl noch etwas zu grosen,) ein wenig schmäler geworden waren, daher der Unterschied nicht mehr gar zu gros war; (ursprünglich hatten die freiberger $1\frac{3}{8}$ bis $1\frac{3}{16}$ Zoll, die altenberger $\frac{7}{8}$ bis $\frac{5}{8}$ Zoll Stärke gehabt.) Indessen scheinen auch jetzt die ersteren für das sehr feste altenberger Stockwerksgestein (Quarzporphyr mit viel Chlorit, Quarz-Knoten und Trümern, Kupfer-, Schwefel-, Arsenik- Kies u. A.) noch nicht gerade vortheilhaft zu seyn, da selbst für den sehr zerklüfteten mit Quarzlagen und Lettenschichten durchzogenen quarzreichen Glimmerschiefer in Johanngeorgenstadt der sich schwer bohrt und doch nicht viel vorgeben lässt, die Bohrer von $1\frac{1}{8}$ bis 1 Zoll abnehmende Breite haben.

Digitized by Google

übrig bleiben muss dass der Besatz hoch und fest genug wird.

Flache, d. h. nicht tiefe Löcher mit grosen Ladungen, sind unter allen Umständen verwerflich, weil wenn die Festigkeit des Gesteines so gering ist, dass sie noch unter dem Widerstande eines so niedrigen Besatzes zurückbleibt, auch eine so starke Ladung ganz unnöthig ist; wollte man aber dabei nur den Angriff auf eine grösere Höhe vertheilen, diess durch eine kleinere Ladung in einem engen Bohrloche geschehen könnte; ist aber der Zweck des Schiesens überhaupt Gewinnung von Masse, daher von möglichst viel, so sind flache Löcher dazu untauglich weil jedem weniger vorgegeben werden kann, somit die Anzahl der zu schlagenden Löcher wächst. Wenn aber eine gewisse Gesammttiefe in drei Löcher vertheilt nur soviel leistet als $^3/_4$ ja $^2/_3$ derselben in zwei Löchern, so ist im ersterem Falle offenbarer Verlust; dieser Fall tritt aber nicht selten da ein wo dem Häuer das Mas der Arbeit in einer gewissen Zahl pro Schicht zu bohrender und wegzuthuender Löcher vorgeschrieben ist, z. B. 2, 3, welche dann gern weniger tief werden.

Die absolute Gröse der Ladung, soll nach Bourgoyne (Vergl. Combes, exploitation des mines, t. I. p. 242. u. 245. — Mining review vol. IV. p. 96. u. A.) im Verhältnisse des Cubus der Linie des geringsten Widerstandes — des Vorgebens — stehen. Diese Regel kann natürlich nur für ganz unzerklüftetes Gestein von durchaus gleichem Zusammenhange u. s. f. gelten, und würde durch irgend welche Abweichungen, vor Allem durch Klüfte, sofort nicht nur verändert, sondern der Natur der Sache nach ganz unbrauchbar werden.

Für die Granitbrüche zu Kingston in England war nach ihr die nöthige Ladung in Unzen (zu 2 Loth) avoir du poids, gleich dem halben Cubus der Linie des geringsten Widerstandes in englischen Fusen, oder die Ladung in französ. Grammen = 529 × den Cubus der kürzesten Widerstandslinie in mètres.

Beim Sprengen von Kalkstein gab man ebenfalls

hiernach (Vergl. Polyt. Centralblatt 1840. Jgg. VI. Bd. I. S. 542.)

bei 1¼ engl. Zoll Weite 15 engl. Zoll Tiefe des Bohrloches; 6 Cub.-Zoll Pulv. 80 Cub.-Zoll = 1 Pfund gerechnet.

- 1½ - - -	26 - - - - -	8 - -
- 1⅞ - - -	30 - - - - -	9 - -
- 1⅞ - - -	36 - - - - -	12 - -
- 1⅞ - - -	48 - - - - -	17 - -
- 2 - - -	60 - - - - -	20 - -
- 2 - - -	72 - - - - -	27 - -

In **Belfast** (in England) ebenfalls in Kalkstein, bei

1⅝ Zoll Weite	15 Zoll Tiefe	3 Cub.-Zoll
	24 - -	6 -

Ueberhaupt ist bei einmännischen Bohrlöchern die **Ladung** von 2—2½ Loth, bis zu 10 ja 12—14 Loth Pulver verschieden, im Mittel jedoch bei festem Gestein 5—7 Loth. Die kleinsten Ladungen kommen bei sehr gebrächen Massen, z. B. Kohlen in Anwendung, obschon auch bei diesen wieder die Zerklüftung und das darauf stattfindende Entweichen der Kraft zuweilen eine weit stärkere Ladung nöthig macht, als man an und für sich für erforderlich gehalten haben möchte; so z. B. bei den Steinkohlenwerken bei Dresden (S. Beispiele unten.)

Die **Weite** einmännischer Löcher ist von ⅝ Zoll kleinster bis 1½, die mittlere gewöhnlich 1⅛ bis ⅞ Zoll (im Tiefsten). Die Tiefe 6, 8 bis 24 ja 30 Zoll, die mittlere 14 bis 18 Zoll; jene kleinste ist nur etwa beim Zuführen und dergl. Arbeiten mit Grund anwendbar, gegentheils eine gröste Tiefe manchmal selbst bei schwacher Ladung nützlich.

Zwei- oder mehrmännische bekommen 8—12 Loth bis 2—2½ Pfund Pulver als Ladung; im Mittel 14 Loth bis 1 Pfund, 1¼ bis 2½ Zoll — im Mittel 1½ bis 1¾ Zoll, Weite und 26 bis 36 aber auch bis 50 Zoll Tiefe; 24—30 Zoll mittlere.

Eine sehr gewöhnliche Bestimmung der Ladung ist nach dem davon eingenommenen Verhältnisse der Bohrlochstiefe, meistens ⅓ manchmal ½; ersteres Verhältniss

Digitized by Google

ist wohl im Allgemeinen ein richtiges, $^1/_2$ häufig, aber mehrentheils schon zu gros, weil dann der Besatz zu niedrig oder, wenn er ausreicht, die Ladung zu gros gegen die Gesteinsfestigkeit ist; geschweige denn wenn diese Höhe noch überstiegen wird, bis $^3/_5$ ja $^3/_4$ der Bohrlochstiefe beträgt, letztere vielleicht noch dazu überhaupt sehr gering ist; in dieser Weise kommen dann wohl so niedrige Besätze zum Vorschein, dass sie eben so gut ganz wegfallen könnten.

Als einzelne Beispiele von Gröse der Ladung, Weite und Tiefe der Bohrlöcher mögen folgende herausgehoben werden.

Im freiberger Revier werden gewöhnlich 6 oder auch 7, selten 8, einmännische Patronen aus einem Pfunde*) Pulver gefertigt, im marienberger, auch selbst dem johanngeorgenstädter, Revier hat man daraus bis 10, 11 ja in ersterem, bei sehr schwachem Geböhr, 12 bis 15 Patronen gemacht, daher eine der ersteren $5^1/_3$, $4^4/_7$ bis 4, eine der letzteren $3^1/_5$, $2^{10}/_{11}$ bis $2^2/_{15}$ Loth Pulver enthalten würde, jedoch wird auf eine Ladung nicht blos eine Patrone sondern oft $1^1/_2$ ja 2 gegeben.

In Freiberg ist die Ladung eines einmännischen Bohrloches bei 1 — $^7/_8$ Zoll kleinster Weite, 14 — 24 Zoll Tiefe 5 bis 10 Loth; eines ein- und einhalbmännischen bei $1^1/_4$ bis $1^1/_8$ Zoll kleinster Weite und 14 bis 18 Zoll Tiefe 6 bis 7 Loth; eines zweimännischen bei $1^5/_8$ Zoll kleinster Weite, 28 bis 34 Zoll Tiefe, 14 bis 16 Loth.

Zur Zeit der ersten Einführung des Schiesens in Freiberg, 1643 bis 1644 (Vgl. §. 2.) bekamen die nur zwei- ja vielleicht dreimännisch gebohrten Bohrlöcher, den noch vorhandenen Spuren nach, 2 bis $2^1/_2$ Zoll lichte Weite, 30 bis 36, schon im Jahre 1641 sämmtlich 40 Zoll Tiefe und durchgängig 2 Pfund Pulver.**)

---

*) 1 Leipziger Pfund zu 0,467447 kilogr. oder auch 1 Pfund Zoll- und Berg-Gewicht zu 0,5 kilogr.

) Von 3 Pfund, wie **Baader, in Köhlers bergmännischem Journ., Jgg. III. (1790) Bd. 2. S. 543. angiebt, sagen die Register nichts.

Aber schon 1696 war theilweis in der Weite bis auf 1½ Zoll, der Tiefe bis 18 ja 14 Zoll, in der Ladung bis ½ selbst ¼ Pfund heruntergegangen worden, (obschon auch noch 2½ Zoll Weite und 50 Zoll Tiefe vorkam.)

In Cornwall bekommt ein zweimännisches 1¼ bis 2 engl. Zoll weites, 1½ bis 2½ Fus tiefes Bohrloch 0,45 kilogr. Pulver, bei Schachtabteufen 0,9 bis 1,35 kilogr. (Vgl. Annales des mines 3. sèr. t. V. (1834.) p. 348.)

Bei dem Steinsalzbergbaue zu Dieuze in Frankreich bekommt im Steinsalze, ein zweimännisches 0,5 bis 1,1 mètr. tiefes Loch 0,27 bis 0,55 kilogr. Pulver. (Vgl. Ann. des mines 3. sèr. t. VI. (1834.) p. 150.)*)

In Mexico bekommt ein zweimännisches nach Burkart (Aufenthalt und Reisen in Mexico, Thl. II. S. 244.) 20 bis 24 Loth Pulver.

Bei dem Eisensteinbergbaue auf der Insel Elba bekommt ein dreimännisches, 2 bis 2½ Zoll weites, 2¼ bis 2½ Fus tiefes Bohrloch 1¼ bis 1½ Pfund Pulver. (Vgl. Karsten und v. Dechen, Arch. f. Min. Bd. XV. (1840.) S. 416.)

Zu Röras in Norwegen, nach Hausmann (Reise durch Scandinavien, Thl. V. S. 274.) ein 1¼ — ¾ Zoll weites, 24 Zoll tiefes Loch nur 6 Loth Pulver.

Auf den fiscalischen Steinkohlengruben bei Dresden in Sachsen ein 24 bis 30 Zoll tiefes Loch von ⅞ Zoll kleinster Weite 8 Loth Pulver; auf denen bei Newcastle in England hingegen ein 1 Zoll weites, 3 Fus tiefes nur 5 Zoll (also etwa 4 Loth) Pulver. (Vergl. Annales des mines 4. sèr. t. I. p. 236.)

Ebenso bei dem oberschlesischen Steinkohlenbergbaue ein bis 40 Zoll tiefes Bohrloch in den Kohlen nur 3 bis 4 Loth. (Vgl. Karsten, Arch. f. Bergb. Bd. II. Heft 2. S. 59.)

Zu Nayag in Siebenbürgen bekommen in dem dortigen sehr gebrächem Grünsteinporphyr 6 bis 12 Zoll tiefe Löcher 2 Loth Pulver; ähnlich zu Hall in Tirol (im dortigen Steinsalzgebirge,) 1 Zoll weite, 9 bis 10

---

*) Am angeführten Orte steht zwar 27 bis 55 hectogrammes, doch muss diess ein Druckfehler seyn.

Zoll tiefe Löcher ⅓ der Tiefe Pulver (also etwa 2 Loth,) (Vgl. Karsten und v. Dechen, Arch. f. Min. Bd. XV. S. 623.)

Beispiele starker Ladungen, sind gegentheils folgende:

In den Steinbrüchen bei Solothurn lud man ein 14½ Fus tiefes, 3½ Zoll weites Bohrloch mit 18 Pfund Pulver. (S. Bulletin des sciences technolog. t. V. p. 302.)

In den Granitbrüchen bei Kingston in England wurden 20 und einige engl. Fus tiefe, 3½ bis 4 Zoll weite Bohrlöcher, mit 50, 60 bis 70 Pfund Pulver, (bis auf ⅔ ihrer Tiefe,) geladen. (Combes, traité de l'exploit. des mines t. I. p. 291.)

In den Marmorbrüchen bei Ruskiala in Finnland werden die grosen 5,69 bis 9,24 mètres tiefen Löcher mit bis 49 Kilogr. Pulver geladen. (Annuaire du journal des mines de Russie, an. 1839. p. 69. 70.)

Endlich lud der Ingenieur Courberaisse die schon §. 42. erwähnten sackförmig erweiterten Bohrlöcher von 5 mètres Tiefe mit bis 50 ja 70 kilogr. (Vgl. Dingler, pol. Journ. Bd. XCIV. (1844.) S. 433. u. f. f.)

§. 62. Wiederholtes Laden eines Bohrloches.

Der Fall dass ein und dasselbe Bohrloch mehrere Male geladen wird, gehört eigentlich zu den Ausnahmen indem er nach dem in §. 59. ad. 7. Gesagten nur dann etwa eintreten kann, wenn der erste Schuss gar keine oder eine so geringe Wirkung gethan hat, dass auch das Bohrloch nur wenig verletzt ist.

Dennoch hat man schon seit längerer Zeit dieses Verfahren an einem und dem anderen Orte absichtlich beobachtet, um eine mehr allmälige Wirkung auf das Gestein einzuleiten, sie dadurch zu vergrösern und besonders auf einen weiteren Bereich auszudehnen, indem man mit schwächeren Ladungen beginnt, nach und nach immer stärkere aufsetzt.

Dieser Gang ist sonach der allgemeinen Regel ganz zuwiderlaufend: alle Klüfte beim Ansetzen zu vermeiden, geschweige denn von vorn herein dergleichen zu öffnen; man opfert wissentlich einen Theil der Kraft

Digitized by Google

auf, der sich auf den gleich zuerst geöffneten Klüften verschlägt, in der Erwartung durch den übrigen Theil jene und mit ihnen die Gesammt-Wirkung noch mehr zu vergrösern, so dass dennoch die Summe des Ergebnisses aller Besetzungen eine gröste wird. Man nähert sich hier gewissermasen der Anwendung des allmälig wirkenden Keiles.

Uebrigens ist hier entweder eben diese allmälige Ausdehnung des Bereiches der Wirkung der eigentliche und unmittelbare Zweck, und dann dürfte noch am Ersten davon ein Vortheil bei schiefrigem, zu ausgedehntem Fortspalten geneigten Gesteine zu erwarten seyn, oder man will nur überhaupt, wegen der grosen Festigkeit des Gesteins die Anzahl der zu schlagenden Bohrlöcher vermindern, dabei nur eine möglichst grose wenn auch nicht die gröste Wirkung beabsichtigend.

Ein Beispiel solcher wiederholter Besetzung bietet der Eisenstein-Bergbau zu Danemora in Schweden, woselbst, (nach Meyer, Beiträge zur Kenntniss des Eisenhüttenwesens in Schweden, Berlin 1829, S. 181.) dasselbe Loch zwei Mal nur schwach geladen wird (obschon die a. a. O. angegebenen Ladungen nach gewöhnlichen Begriffen nicht eben schwach sind, z. B. die erste ⅓ die zweite ½ der Bohrlochstiefe.) Bei nicht genügender Wirkung wird das Besetzen noch ein drittes, ja ein viertes Mal wiederholt.

Hier, wo nach Hausmann das den Eisenstein enthaltende Gebirge ein grobflaseriger Gneus ist, kann wohl ein Oeffnen weit fortsetzender Klüfte nicht die Absicht seyn, geschweige denn im Eisensteine selbst, sondern nur mehr die einer Ersparniss an zu schlagenden Bohrlöchern zum Grunde liegen. Einen anderen Fall führt Ch. Babbage (über Maschinen- und Fabrik-Wesen übers. von G. Friedenberg, Berlin (1833.) S. 420.) als bei der Gewinnung sehr groser Kalksteinblöcke in England vorkommend an, indem man zur Sprengung eines solchen Blockes in ein 13 Fus tiefes, unten 2½ Zoll weites Loch zwei Mal hinter einander, jedes Mal 50 Pfund Pulver, in den dadurch gebildeten Riss aber

Digitized by Google

noch ein drittes Mal 100 Pfund geladen habe. (Im Mining review, vol. IV. p. 96. ist von denselben Brüchen, bei Plymouth, nur angeführt: dass man daselbst in die bis 21 Fus tiefen unten 1⅝ Zoll weiten Löcher, wenn sie ihre Wirkung nicht gethan hätten, durch die durch Eintreiben der Schiesnadel geöffnete Spur noch einmal lade.)

Ein anderes wiederholtes Laden, „zum Abrücken von durch einen ersten Schuss nur im Ganzen abgetrennten Steinblöcken," ist im Bulletin des sciences technologiques t. V. p. 303. von den Steinbrüchen bei Solothurn in der Schweiz angeführt.

Endlich wird in neuester Zeit ein häufiger Gebrauch von dieser Weise bei dem mansfeldischen Kupferschieferbergbaue gemacht, woselbst die zum Nachschiesen des Dachgesteines über dem Flötze angesetzten 15 bis 20 Zoll tiefen Löcher, zwei, drei, vier ja selbst fünf Mal geladen werden; die das erste Mal nur 1½ bis 2 Zoll Höhe betragende Pulverladung wird bei jedem folgenden Male vergrösert und beträgt zuletzt 5, 7 ja 12 bis 14 Zoll. Der dadurch immer weiter ausgedehnte Riss erstreckt sich zuletzt wohl bis auf 1 Lr. Breite und mehr. Von dieser, zuerst aus dem sangerhäuser Revier, wo man sich ihrer zum Nachschiesen der das Liegende des Kupferschieferflötzes bildenden Sanderze, jedoch nur mit zweimaligem Besetzen, bediente, rühmt man in Eisleben den Erfolg sehr.

§. 62. Gemeinschaftliches Wegthun mehrerer Schüsse, behufs einer vereinigten Wirkung.

Selbst dann wenn Schüsse nicht eigentlich überladen werden, hat man alle Ursache anzunehmen dass der gröste Theil derselben ohne oder mit Absicht eine grösere Ladung bekommt als durchaus zur Gewinnung der Masse erforderlich ist; ohne Absicht, weil die wahre Gröse des jedesmaligen Widerstandes nicht so genau ermessen werden kann, mit Absicht, weil der Häuer sich der Wirkung auch gewiss versichern will, daher reichlich besetzt.

Digitized by Google

Um nun diesen bei jedem Bohrloche gewissermasen übrig bleibenden Theil der Kraft, welcher, nicht gros genug um noch etwas zu leisten, sich wirkungslos im Gestein oder in der Luft verschlägt, noch durch dessen Vereinigung von mehreren Schüssen zu benutzen, zugleich um mit vereinter Kraft desto grösere Massen mit einem Male abtrennen zu können, hat man schon öfters den Gedanken aufgefasst, mehrere für ein Zusammenwirken zweckmäsig angelegte Schüsse gleichzeitig wegzuthun, um so in ähnlicher Weise den Umfang der Wirkung zu vergrösern, wie es bei der Hereintreibearbeit durch Ansetzen und gleichzeitiges Eintreiben einer Anzahl auf eine grösere Fläche vertheilter Keile geschieht.

Dieses Verfahren scheint jedoch, den Erfahrungen nach von beschränkterer praktischer Anwendung zu seyn als es auf den ersten Anblick verspricht. Näherer Betrachtung erscheint diess auch ganz natürlich, indem ein Vortheil sich davon doch nur da erwarten lässt, wo das Gestein durchgängig einen so gleichen Grad der Festigkeit, des Zusammenhanges, somit des Widerstandes besitzt, dass es wirklich in grosen, möglichst ungetrennten Massen mit einem Male gewonnen werden kann, oder wo es, was ziemlich auf dasselbe hinausläuft, nur von einzelnen regelmäsigen parallelen Klüften durchsetzt und dadurch in plattenförmige Lagen von angemessener und solcher Gröse gesondert wird, dass eine jede Gegenstand eines solchen vereinten Angriffes werden kann. In beiden Fällen kann man die Art und den Bereich der beabsichtigten Gesammtwirkung hinreichend genau übersehen; dahingegen wo das Gestein diese Beschaffenheit nicht hat, vielmehr nach der gewöhnlicheren Art besonders älterer Gebirgsglieder von verschieden laufenden Klüften unregelmäsig durchsetzt wird, deren Vorhandenseyn sogar sich oft erst durch den Erfolg bemerklich macht, wesshalb jeder Schuss erst nach Masgabe der Wirkung des ihm vorausgegangenen angesetzt werden muss, eine weite Verbreitung nach von einer vereinten Wirkung eben durch jene Klüfte verhindert wird: würde wenig oder kein Vortheil davon zu erwarten seyn.

Digitized by Google

Nächstdem liegt aber auch eine Schwierigkeit bei diesem Verfahren, wenn das Besetzen und Wegthun auf die gewöhnliche Weise, mit Zündern, erfolgt, darin: das Losgehen der Schüsse auch wirklich in einem einzigen Augenblicke zu ermöglichen, weil im Gegenfalle die Gesammtwirkung sogleich gestört, der Erfolg vermindert oder sogar vernichtet werden würde, indem die früher losgehenden Schüsse die Zünder von den übrigen wegschlagen.

Bei den schon mehr erwähnten Felsensprengungen im Rheine bei Bingen, wo man sich der letzteren Zündungsweise bediente, indem hier, (Vgl. Van den Bergh a. a. O. S. 45.) gewöhnlich 4 Schüsse gleichzeitig weggethan, dazu, die über das Wasser herausragenden Mündungen der Blechröhren, welche, zum Schutze gegen das Wasser, sammt den in sie wieder eingesetzten blechernen Patronen und den über solchen aufgebrachten Lettenbesatze gleich fertig vorgerichtet, in die Bohrlöcher eingesenkt wurden, (Vgl. §. 51. S. 550.) durch Bretstücken mit einander verbunden, über diese die von den Ladungen weg durch den Besatz in die Höhe geführten Zündschnuren nach einem gemeinschaftlichen Mittelpunkte geführt und hier mit einander, sowie mit einem Zündlichte verbunden wurden, (S. Taf. IX. Fig. 11.) — gingen zwar alle Schüsse gleichzeitig los (Vgl. a. a. O. S. 48.) nachdem einmal die richtige Einrichtung getroffen worden war, obschon auch hier die Leistung verglichen mit der gewöhnlicher einfacher Schüsse nur mäsig war, *) was wohl zum Theil den eigenthümlichen örtlichen Verhältnissen, zum Theil auch der sehr viel Kraft zersplitternden Besetzungsweise zuzuschreiben war, bei der die Ladung doppeltes Blech zu zerreissen hatte, der Besatz aber in einem glatten Blechrohre nur geringen Widerstand leisten konnte; dahingegen wollte es bei späteren, hauptsächlich durch jene Sprengungen im Rheine veranlassten Versuchen in Freiberg selten gelin-

*) Nach S. 72. a. a. O. kam durchschnittlich auf 10 Loth Pulver nur 1 Cubikfus abgesprengtes Gestein.

Digitized by Google

gen nur zwei, geschweige denn mehr Schüsse gleichzeitig zu entzünden, (indem die früher losgehenden Schüsse die Zünder von den übrigen wegschlugen,) wovon theilweis wohl die Ursache in dem Mangel an Uebung in der Anfertigung der Zündschnuren, theilweis jedoch auch in der Persönlichkeit der mit der unmittelbaren Ausführung beauftragten Personen liegen mochte, daher auch bei anderen in johanngeorgenstädter Revier angestellten Versuchen öfter wenigstens drei Schüsse gleichzeitig losgingen. Da jedoch den gewöhnlichen Gesteinsverhältnissen nach für den laufenden Betrieb kein groser Vortheil davon zu hoffen war, *) zugleich auch in der Grube noch ein anderer Uebelstand mit dieser Weise verbunden ist, nehmlich der, dass man nicht durch das Gehör unterscheiden kann, ob alle Schüsse losgegangen sind, (weil sie eben mit einem Male losgehen sollen,) während die Oertlichkeit selten gestattet, diess von einem gesicherten Punckte aus zu sehen, dadurch aber der Häuer leicht veranlasst werden kann sich denselben zu früh zu nähern, während ein Schuss durch den fortglimmenden Zünder noch nachträglich entladen wird, so wurden diese Versuche nicht weiter fortgesetzt.

Sicherer in jeder Hinsicht ist die Entzündung solcher vereinter Ladungen jedenfalls durch den galvanische Strom, die sicherste durch den elektrischen Funken; (Vgl. §. 55. S. 582.) insbesondere die letztere gewährt augenblickliche Gleichzeitigkeit der Entzündung und Sicherheit vor nachträglichem — hier unmöglichen — Losgehen der Schüsse.

Schon Shaw hat letztere (zufolge Dingler's pol. Journ. Bd. XLII. (1831.) S. 387.) in Anwendung gebracht, indem er, um grose Felsmassen zu sprengen, eine Anzahl im Kreise herum stehende und gegeneinander geneigte Löcher, mit Hülfe einer electrischen Batterie

*) In Freiberg wurden die Versuche an einem Punkte angestellt, wo das Gestein ohne allen Zweifel sehr günstig, in Folge einer regelmäsigen wenig geneigten Schichtung in grosen Platten gewinnbar, war.

Digitized by Google

und Knallsilber entzündete. In der neuesten Zeit hat dasselbe Verfahren zum Sprengen groser Granitmassen im Okerthale am Harze, Benutzung und den günstigsten Erfolg gefunden. (Vgl. §. 55. S. 583.)

Jene nach einem gemeinschaftlichen Mittelpunkte geneigte Stellung der Bohrlöcher würde bei diesem Verfahren überall da nothwendig seyn, wo nur eine einzige freie Seite vorhanden ist, von welcher herein die Löcher geschlagen werden und nach der sie auch hinwirken müssen.

Am meisten wird diese Weise noch bei Sprengungen über Tage nützliche Anwendung finden können, woselbst Gelegenheit ist sehr grose zusammenhängende, regelmäsig zerklüftete Massen mit einem Male zu trennen, man zugleich bei jeder Art der Entzündung eher einen gesicherten Standpunkt finden kann, von welchem aus sich die Wirkung übersehen lässt; in der Grube vornehmlich da, wo bei gröserem Querschnitte der Baue, z. B. in Schachtabteufen, das Gestein in regelmäsigen Platten geschichtet ist, und deren Flächen die Richtung der Baue möglichst rechtwinklich entgegengeführt werden kann.

§. 63. Die Anwendung des Bohrens und Schiesens kann stattfinden,

I. zum Betriebe von Bauen aller Art:
  A) selbstständig;
  B) durch Verschrämen durch Schiesen, und Nachgewinnen durch dasselbe;
  C) mit einer anderen Gewinnungsarbeit zusammen;
  D) als Vor- oder Nach-Arbeit für Keilhauen-, Schlägel- und Eisen-, oder Hereintreibe-Arbeit.
  E) als Hülfsarbeit für das Feuersetzen.

II. für andere, nicht bergmännische Zwecke:
  A) zum Sprengen von grosen Geschieben, freiliegenden Blöcken,
  B) zum Sprengen von Eis,
  C) zu umfassenderen Sprengungen unter besonderen Umständen, groser Felsmassen mit einem Male, Sprengung von versunkenen Schiffen,
  D) zum Sprengen von Holz.

Digitized by Google

Auch das Sprengen für Kriegszwecke möchte unter II. C. zu berühren sein, wenn nicht dasselbe einem ganz anderen, besonderen Fache zugehörte.

§. 64. Selbstständige Anwendung des Schiesens — Schiesen aus dem Ganzen.

Diese Weise des Schiesens ist, wie bereits §. 3. erwähnt wurde, eine der neuesten; denn lange hielt man letzteres nur für geeignet, damit statt des Hereintreibens durch Keile, an dessen Stelle es trat, Gestein zu gewinnen, welches durch eine andere Arbeit schon verschrämt und frei gemacht worden war, sonach zur blosen Nacharbeit. *)

Das Schiesen aus dem Ganzen ist auf Gestein anwendbar, welches durchgängig und zwar gleich fest ist, nirgends einen wirklich brauchbaren Ausschram hat; Klüfte sind nicht unentbehrlich, obschon sie die Arbeit, wie natürlich, unterstützen. — Die meiste Anwendung findet das Schiesen aus dem Ganzen bei Gangbergbau in festem Gebirge zum Ortsbetriebe, Schachtabteufen, Strossen- und Försten-Bau, zuweilen sogar beim Betriebe von Oertern und selbst Abbauen auf Flötzen, obschon hier weit seltener, weil nicht nur das ganze Gestein minder fest, sondern auch selten ohne alle Gelegenheit zum Verschrämen ist. Endlich bedient man sich dieses Verfahrens auch häufig beim Betriebe von Steinbruchsbauen über Tage; wo es freilich am leichtesten und am förderlichsten ist, weil sich hier an Stros-

*) Bei dem sächsischen Erzbergbaue scheint das Schiesen aus dem Ganzen gegen die Mitte des vorigen Jahrhunderts in Gebrauch gekommen zu seyn; für Ortsbetrieb am spätesten; wenigstens findet sich der Punkt, wo ein erster Versuch, der im Jahre 1767 beim Betriebe des Thurmhofer Hülfsstollns zu Freiberg damit angestellt wurde, durch eine im Gestein eingehauene Gedächtnisstafel ausdrücklich bemerklich gemacht; schon durch eine Oberbergamtsverordnung vom 28. Februar 1747 wurde allgemein befohlen: die Schlägel- und Eisen-Arbeit möglichst einzustellen und statt deren das Schiesen einzuführen. An anderen Orten hingegen mag dies schon weit früher geschehen seyn, so z. B. in Sächsisch- und Böhmisch-Zinnwald im Erzgebirge zufolge der Otia metallica, Thl. III., S. 197. 108 wenigstens schon 1725 bis 30.

Digitized by Google

sen und Stufen mehr freie Seiten halten lassen, welche eine noch vollkommnere Unterstützung, sonach eine noch grösere Leistung gewähren als das Schrämen, daher auch ein solcher Betrieb gar nicht mehr als ein Schiesen aus dem Ganzen zu betrachten ist.

Bei dem wahren Schiesen aus dem Ganzen, d. h. wenn nur eine einzige freie Seite vorhanden ist, hat man allemal zu unterscheiden, ob der Zusammenhang gleich gros ist, der erste Angriff durch besondere Umstände, Klüfte, Ablosungen u. dergl. an einer Stelle besonders begünstigt wird oder nicht. In letzerem Falle ist man von der Oertlichkeit unabhängig und kann deshalb eine grösere Regelmäsigkeit des Fortschreitens beobachten. Dieses nimmt sein Anhalten von der Eintheilung bei der Schlägel- und Eisen-, auch der Keilhauen-Arbeit her, nur dass jene nicht mit der Genauigkeit bis in das Einzelnste durchgeführt werden kann.

O r t s b e t r i e b. Wenn schon bei anderen Gewinnungsarbeiten der Erfolg durch zu geringe Weite beeinträchtigt wird, so ist diess gerade kein Schiesen aus dem Ganzen vorzugsweise der Fall, daher man für diese Art des Betriebes die Oerter räumlicher erhalten muss, übrigens auch ohne Vermehrung der Kosten erhalten kann, weil dieselbe Pulvermenge bei mehr Weite mehr leistet. Weiten von 1¾ bis 2, selbst bis 2½ Fus, wie dergl. an manchen Orten wohl noch jetzt fest gehalten werden, auf einem unklaren Begriffe von Ersparniss beruhend, lassen sich selten rechtfertigen, man bemerkt vielmehr in den meisten auf übrigens schmalen Gängen betriebenen Gruben, dass die Strecken und Baue überhaupt, von der Zeit der Einführung des Bohrens und Schiesens an, eine grösere Weite zeigen als vorher, wodurch wieder das glatte Zuführen der Ulmen, welches vorher des geringen Querschnitts halber nöthig war, entbehrlich wurde.

Bei überall gleicher Festigkeit beginnt man mit dem Schiesen eines regelmäsigen Einbruches. Ehemals legte man denselben auf die Sohle, (wie diess auch noch im Berichte von Bergbau, Abschn. II. §. 149 an

gegeben ist,) und schoss von ihm aus nach und nach bis zur Förste hinauf; besser ist es aber ihn in oder unter die halbe Ortshöhe zu legen, wenigstens da wo der Arbeiter aufgerichtet stehen kann; sollte jedoch eine auf den Wurf Einfluss habende Schichtung vorhanden seyn und diese dem Orte zu- oder entfallen, so würde, ebenso wie in gleichem Falle bei der Keilhauen-, (S. diese §. 24.) und der Schlägel- und Eisen-Arbeit (S. diese §. 18.) der Einbruch im ersten Falle höher, im letzteren Falle tiefer zu legen seyn. Häufig wird hier das Zufallen der Schichtungs- und anderen Klüfte für vortheilhafter und günstiger gehalten als das Entfallen, was jedoch noch sehr von der ganzen übrigen Beschaffenheit abhängt.

Den ersten Schüssen kann hier nur wenig, oft nur 3 bis 4 Zoll vorgegeben werden, weil das Gestein noch ganz gespannt steht. Um einen brauchbaren Einbruch darzustellen muss man sich desshalb mehrmals überschiesen, d. h. nach Taf. IX. Fig. 12 in die durch die ersten Schüsse bewirkte flache Vertiefung immer neue setzen, um erstere noch tiefer zu machen, wobei man nur dafür zu sorgen hat, dass kein Schuss noch unter die durch die früheren gebildete Sohle des Einbruches hineingebohrt wird, weil dieser Theil der Tiefe nichts wirken würde.

Hierauf wird die Förste und, wenn es die Höhe gestattet, die Strosse aus dem Neinbruche genommen, (Vergl. Schlägel- und Eisen-Arbeit §. 18.) die Sohle jedoch nicht gleich berichtigt, sondern nur erst die übrige Höhe bis zur saigeren Förste oder zum Schwachmachen hereingeschossen, sofern die ganze Ortshöhe gros genug ist, um jene einstweilen stehen zu lassen, und erst nachdem man auf diese Weise mit dem Orte ein Stück fortgerückt ist, Strosse und Förste mit tieferen und stärker besetzten Löchern nachgeholt um damit mehr zu fördern, auch zugleich mehr Mannschaft anlegen zu können. Die Löcher zum Nachreissen der Förste müssen söhlig, zuweilen sogar etwas über sich gebohrt werden, die der Strosse hingegen meist mehr

Digitized by Google

saiger niederwärts. (S. Taf. IX. Fig. 13.). Wird aber die ganze Höhe mit einem Male hereingenommen, so folgen dem Einbruche zuerst die Tagewerke bis zur Sohle, dann erst die bis zur Förste des Ortes. Der umgekehrte Fall kommt jedoch auch vor, dass nach dem Einbruche erst die Schüsse in der Förste, dann die in der Strosse angesetzt werden; so z. B. beim Ortsbetriebe in festem Gesteine. in der Steinsalzgrube bei Hall in Tirol. (Vgl. Karsten u. v. Dechen, Arch. f. Min. Bd. XV. (1841) S. 623). Sind gegentheils Stellon vorhanden deren Beschaffenheit den ersten Angriff erleichtern, Klüfte, gebräches Gestein u. dergl., so ist der erste Schuss an einer solchen anzusetzen, sofern sie übrigens nicht zu ungünstig liegt, z. B. zu nahe an der Förste oder einem der Stöse. Der Erfolg dieses ersten Schusses bestimmt den Ansatzpunkt des folgenden u. s. f., der ganze Fortgang der Arbeit wird dadurch unregelmäsig; der Einsicht und Ueberlegung des Häuers bleibt aber dabei mehr überlassen. Setzt eine Hauptkluft durch die ganze Orts-Breite oder Höhe, so würde es rathsam seyn nach Art des Verschrämens mit Schiesen damit zu beginnen, eine Reihe von Schüssen längs dieser Kluft und dieser zugeneigt anzusetzen. Folgt sie dem Orte, mehr in dessen Mitte aufsetzend, so lässt man wohl einer ersten Reihe von Schüssen längst ihr herab, um die Schale a (Taf. IX. Fig. 14.) zu gewinnen, auf der anderen Seite in gleicher Weise b folgen; bei gröserer Ortsbreite — $1/2$ Lr. und mehr, — können die Ulmen zurückbleiben um später in gröseren Schalen nachgeschossen zu werden. Ein sehr günstiger Fall ist der, wenn zwei offene Klüfte in einem gewissen Abstande neben einander dem Streichen des Ortes folgen, denn sie unterstützen den Erfolg sehr; ist der Abstand gros genug, so kann man ihn wohl einstweilen als Ortsweite annehmen und nachdem man so ein Stück fortgegangen ist, die stehen gebliebenen Ulmen jenseits der Klüfte nachholen.

Uebrigens ist hier unter allen Umständen als Hauptregel festzuhalten: das Ort von Förste, Sohle

Digitized by Google

ja selbst von den Stösen herein nicht zu rund zusammenlaufen zu lassen, die Winkel vielmehr scharf auszuhalten, weil sonst bald alle Wirkung der Schüsse aufhört.

Bei Flötzbergbau wird, wie schon erwähnt, zum Ortsbetriebe mit Schiesen aus dem Ganzen selten wirklich Grund vorhanden seyn, weil dort fast allemal Ausschram, wenigstens eine regelmäsige Ablosung vorhanden ist, welche die Wirkung unterstützen, ihren Bereich vorzeichnen. So kommt dieser Fall z. B. nach Ey bei dem Abbaue des Kupferschieferflötzes zu Richelsdorf in Hessen vor. (Vgl. Karsten und v. Dechen, Arch. f. Min. Bd. XVII. (1843) S. 767.) wo beim Betriebe der 4½ bis 6 Fus hohen Oerter wohl auch der Einbruch gleich mit Schiesen über den Schiefern gemacht, die Förste nachgeschossen, auf diese Art 1 bis 1½ Lr. weit vorausgegangen und hierauf erst der freigemachte Schiefer der Strosse nachgeschossen oder nachgekeilt wird. Auch dort macht man wenn es an Ablosung fehlt, den Einbruch noch auf dem Liegenden, und lässt die Förstenlöcher etwas aufwärts sehen, wie diess auch an anderen Orten beim Nachschiesrn der oberen Schichten der Flötze geschieht. Dieses Verfahren würde sonach immer schon ein Uebergang in das Verschrämen mit Bohren und Schiesen und Nachgewinnen mit derselben Arbeit seyn.

Betrieb von Abteufen. Das Verfahren ist dem beim Ortsbetriebe entsprechend, die Eintheilung von der bei der Schlägel- und Eisen-Arbeit (S. diese §. 18.) entlehnt.

Bei durchgängig gleicher Festigkeit geht das Vorgesümpfe, — bei länglich viereckigem Querschnitte des Schachtes gewöhnlich rechtwinklich gegen die beiden langen Stöse liegend, — voraus, ihm folgen zu beiden Seiten einige Strossen aus dem Vorgesümpfe, hierauf ein neuer Angriff des letzteren, bis dasselbe tief genug ist, um so weit nöthig seinen Zweck, als Sumpf, zu erfüllen.

In runden Schächten wird das Vorgesümpfe in

Digitized by Google

die Mitte gelegt, bei regelmäsiger, einem Stoss flach zufallender Schichtung aber in das Tiefste, von dem an die Strossen stufenförmig aufsteigen.

Ist der Querschnitt des Schachtes nicht sehr klein, was eben desshalb zu vermeiden ist, so bleiben die letzten Tagewerke in den Stösen, wenigstens das Schwachmachen und Saigere-Stoshauen, zurück und lassen mehrere Strossen bilden, an denen nicht nur mehr Mannschaft angelegt werden, sondern auch diese bequemer arbeiten kann. Die Schüsse zum Nachholen dieser Strossen, Zuführen der Stöse, dürfen wie zu allem Zuführen nur flach angelegt werden, nicht weit hinausgreifen um die Schacht-Stöse selbst unberührt zu lassen. Begünstigungen die einer oder der andere Punkt des Abteufens durch Klüfte oder dergl. dem ersten Angriffe gewährt, verändern in gleicher Weise den Gang der Arbeit wie bei dem Orts- und übrigen Betriebe.

Der Betrieb von Förſten- und Strossen-Bauen, mit Schiesen aus dem Ganzen, kann noch am Ersten bei schmalen mit dem Nebengestein fest verwachsenen Gängen vorkommen. Förſten und Strossen hat man dazu, wie bei allem Betriebe durch Schiesen höher und länger zu machen als für Eisen-Arbeit, weil sie sonst leicht ihre richtige Gestalt verlieren, geschleift werden. Dieselben sind zwar ebenfalls der Höhe nach in die früher genannten drei Abtheilungen: die Förſte in Untenanfangen, Schwachmachen und saigere Förſte; die Strosse in Obenanfangen, Schwachmachen und Söhlighauen, zu sondern, jedoch ist das auch hier minder scharf möglich.

Jede dieser Abtheilungen wird der Breite oder Mächtigkeit nach mit mehreren Schüssen neben einander angegriffen; bei Mangel an aller Ablosung in der Mitte zuerst. Die Mächtigkeit muss gering, auf beiden Seiten aber offene Ablosung seyn, wenn ein einziger starker Schuss hinreichen sollte die ganze Breite mit einem Male herauszuwerfen. (Eher würde diess geschehen können bei vorhandener schiefriger Structur rechtwinklich gegen das Streichen des Ganges.)

Ebenso kann nicht jede Abtheilung ganz hereingenommen werden bevor die folgende angegriffen wird; die Arbeit wird vielmehr, besonders bei gröserer Höhe und Länge der Stöse, erleichtert wenn jene Abtheilungen selbst wieder stufenförmig eine der anderen vorausgehen, besonders bei Strossenbauen, wo auf diese Weise neue kleine Strossen gebildet werden, (wie in Taf. IX. Fig. 15.) während bei Förstenbauen das nur allmälige Nachziehen der Vorsätze eher nöthigen kann, der Höhe nach alle drei Abtheilungen nach und mit einander anzugreifen und so mit einem Male vorwärts zu gehen. (S. Taf. IX. Fig. 16.) Endlich wird es bei sehr — 2 bis 3 Lr. — hohen Strossen selbst noch nöthig werden, jede einzelne Abtheilung auch der Höhe nach mit mehreren Schüssen hereinzunehmen, wodurch vollends die ganze ursprüngliche Eintheilung verdrängt wird.

Zum Schiesen aus dem Ganzen in Abbauen auf Flötzen findet sich sehr selten Veranlassung. Eines Falles dieser Art ist von dem mehrgenannten Kupferschieferbergbaue zu Richelsdorf in Hessen in Karsten u. v. Dechen, Arch. f. Min. Bd. XVII. (1843) S. 765. Erwähnung gethan.

§. 65. Verschrämen durch Schiesen und Nachgewinnen durch dasselbe. Diese Arbeit fand ehemals bei der Gewinnung mächtiger Gänge in Strossen- und Försten-Bauen Anwendung. Sie findet solche aber auch noch gegenwärtig bei Abbauen wie beim Ortsbetriebe auf minder mächtigen Gängen. Das Verfahren bleibt im Ganzen dasselbe.

Beim Abbaue mächtiger Gängen wird die Schram als ein besonderer Strossen- oder Försten-Bau in den gebrächeren Schichten (dem Ausschrame,) des Ganges oder wenn dergleichen fehlen, im Nebengesteine nur mit der nöthigsten Weite, daher nur mit einmännischem Schiesen betrieben, dadurch so viel Fläche (Höhe und Länge) frei gemacht als möglich, (wenigstens eine Strosse oder Förste,) worauf diese freigemachte Fläche mit starken zweimännischen Schüssen hereingeworfen wird.

Eine ganz gleiche Anwendung nur unter unge-

Digitized by Google

wöhnlichen Verhältnissen findet diese Weise auch in Finnland und zwar zum Gewinnen von Marmor in Steinbrüchen. Hier (Vgl. Annuaire du journal des mines de Russie, an 1839 p. 69.) wird in den saigeren Stösen durch Schiesen zunächst unten ein horizontaler Schram, sodann an jedem Ende desselben ein vertikaler angelegt, alle drei von 1,78 mètre Weite und 5,69 mètre Tiefe, letzere in 2,13 bis 6,4 m. Abstand von einander, so dass nun die davon eingeschlossene Masse nur noch oben und hinten am Rücken mit dem Gebirge zusammenhängt, worauf man hinter ihr von oben saigere, und oben quer über söhlige, tiefe und stark besezte Löcher anlegt und sie damit hereinschiest. (Die Löcher zum Schrämen haben nur 0,04 m. Weite und 0,35 m. Tiefe, die zum Hereinschiesen aber 0,07 m. Weite und 5,69 bis 9,24 m. Tiefe.) Aehnlich wie bei Abbauen lässt sich das Verfahren auch beim Ortsbetriebe auf schmäleren Gängen anwenden, sofern solche nur eine Ablosung von Nebengesteinen zeigen. Hier muss das Ort zuerst ganz im Nebengestein fortgetrieben werden und kann daher eine Unterstützung durch sich regelmäsig wiederholende Klüfte finden dergleichen sich hier, namentlich das Streichen kreuzend und dem Orte zu- oder entfallend, eher als auf dem Gange finden. Der erste Angriff eines jeden Tagewerkes wird dann zunächst an der Gangkluft, als am leichtesten zu machen seyn, bei ganz offener Ablosung aber sogar mit einer dieser Kluft parallelen Reihe von Löchern, von der gewöhnlichen Eintheilung in Tagewerke ganz absehend, übrigens in einer mittleren Richtung gegen die Sohle und Kluft gebohrt. Der ersten Reihe gleichlaufend folgen dann andere bis über die ganze Ortsbreite. Ist das Ort auf diese Weise ein Stück fortgebracht, so wird der Gang nachgeschossen.

Sollte übrigens auch der Gang so schmal seyn, dass seine Gewinnung für sich ohne Nutzen wäre, indem er vielleicht sogar nur aus einer Lettenkluft besteht, so würde doch das Verfahren immer dasselbe bleiben, nur die Nachgewinnung ebenfalls ganz oder gröserentheils auf Nebengestein gerichtet seyn.

Digitized by Google

Das Verfahren bleibt dasselbe in Abbauen auf dgl. schmäleren Gängen, nur dass hier wegen des Nachziehens der nöthigen Unterstützungen für die Arbeiter, — der Vorsätze, Kästen uud dergl. — nicht so weit auf einmal vorausgegangen werden kann.

§. 66. **Schiesen mit einer anderen Gewinnungsarbeit vereint**, — ist eigentlich nur die weitere Ausführung des blosen gewöhnlichen Schiesens mit nachfolgendem Beräumen durch eine andere Arbeit, in möglichster Ausdehnung und namentlich bei festeren Lagerstätten sehr gewöhnlich, in denen einzelne Stellen (Schichten und dergl.) leichter gewinnbar sind als die übrige Masse, jedoch so vertheilt, dass ein eigentliches Verschrämen nicht ausführbar ist.

Der erste Angriff wird mit Schlägel- und Eisen-, oder auch Keilhauen-Arbeit, dadurch das Gestein soweit frei gemacht, dass es durch einen Schuss nachgewonnen werden kann; dieser wirkt gegentheils in weiterem Bereiche dahin, dass wieder mit Schlägel und Eisen, Keilhaue, Schrämspies, Brechstange, Keil und Fimmel nachgegangen werden kann, die abermals einem oder mehreren Schüssen den Weg bahnen. Diess kann so weit gehen, dass diese Eisenarbeiten die Hauptsache ausmachen und nur durch einzelne Schüsse unterstützt zu werden brauchen.

Bei stärkerem Zusammenhange des Gesteins hingegen muss dasselbe wohl erst durch einen Schuss geöffnet werden, welcher dem weiteren Angriffe mit spitzem Gezähe den Weg bahnt, weil es unnöthige Mühe wäre dasselbe mit letzerem zu versuchen.

Bei diesem Gange der Arbeit ist natürlich grose Regelmäsigkeit nicht zu beobachten möglich, vielmehr muss der Erfolg jedes einzelnen Angriffes die Anleitung für die Richtung des nächsten geben, nur darf sich der Häuer dadurch nicht soweit verführen lassen, dass der Bau die nöthigen und vorgeschriebenen Grösen- und Formen-Verhältnisse ganz verliert. Indess kommen zuweilen Fälle vor, in denen auch diese Arbeit ziemlich regelmäsig fortgeführt werden kann, obgleich dann schon

Digitized by Google

in die Verbindung des Schrämens mit Schiesen übergehend. So z. B. bei dem Betriebe des **Neuen Seegen Gottes Stollns** in Sangerhausen in dessen Ort*) (jenseits des 9ten Lichtloches stehend,) zuerst in einer Ulme, (früher in der Sohle) mit Doppelkeilhauen ein Einbruch gemacht, sodann aber der übrige Theil auf ca. ⅝ Lr. Höhe mit 2 bis 3 Bohrlöchern herausgeschossen, Strosse und Förste zurückgelassen und hinterher bis zu der wahren Ortshöhe von 1 Lr. nachgeschossen wird.

§. 67. **Schiesen als Vor- oder Nach-Arbeit für Keilhauen-, Schlägel- und Eisen- oder Hereintreibe-Arbeit.**

Wie schon im vorigen § angedeutet wurde, möchte es scheinen als ob diese Anwendung mit der vorigen ein und dieselbe sei; diess ist jedoch in der Wirklichkeit nicht der Fall, vielmehr hier darunter eine eigentliche abgesonderte Nachgewinnung von durch jene Arbeiten verschrämten Massen, zuweilen auch eine Vorbereitung für jene ersteren zu verstehen, somit die ursprüngliche und vom Anfange her wie noch lange alleinige Benutzungsweise der Schiesarbeit.

Dieses Verfahren ist sonach überall, auf Gängen, Lagern, Flötzen, kurz auf Lagerstätten aller Art anwendbar, wo ein Verschrämen Platz finden kann.

Die ausgedehnteste Anwendung findet dasselbe allerdings auf Flötzen und Lagern, indem auf diesen die Bedingungen dazu: regelmäsiger Ausschram, offen geschichtetes in grosen Platten und Schalen gewinnbares Gestein, sich am häufigsten vorfinden. Vornehmlich eignet es sich wieder für Abbaue, obschon es auch für Ortsbetrieb von groser Wichtigkeit seyn kann. Dort ist auch damit die gröste Regelmäsigkeit vereinbar.

Das Vefahren an und für sich ist einfach und nur durch auf örtliche Gesteins- und andere Verhältnisse, jedoch auch wohl auf Herkommen begründete Einzelnheiten verschieden.

Eine allgemeine auch hier wieder zu beachtende

---

*) jetzt im Jahre 1845.

Digitized by Google

Regel ist die: soviel Fläche auf einmal durch Verschrämen frei zu machen als irgend möglich, um die Nachgewinnung in so grosen Massen bewirken zu können als irgend räthlich und nützlich ist, indem diese nur nicht so gros werden dürfen, dass sie die Förderung erschweren oder sonst hinderlich werden, z. B. als Berge zum Versetzen u. dergl. daher erst wieder zerkleint werden müssten.

Ueber die Lage der Schräme — bei minder mächtigen Flötzen an der Sohle, bei mächtigeren höher hinauf, selten am Dache bei Gängen im Liegenden, (bei sehr flachen Fällen und groser Gebrächheit aber auch wohl im Hangenden,) — ist schon bei der Keilhauenarbeit (S. diese §. §. 20. 21. 22.) das Nähere gesagt worden.

Das sehr einfache Verfahren selbst dürfte sich am Besten durch einige Fälle der Anwendung verdeutlichen lassen.

1) Beim Abbaue des Kupferschieferflötzes im Mansfeldischen ist (in der Schafbreiter Revier bei Eisleben,) die Folge der Arbeit vor dem Streb folgende. (Vergl. Keilhauenarbeit §. 28. No. 5.) Zuerst wird auf der Lette (feinen und groben,) geschrämt, der Schram nochmals vertieft, mit Schlägel- und Eisen — (kleinem Fimmel) erhöht — Schiefer nachgeschlagen und so bis 20 Zoll hintergegangen; Lochberge mit Schlägel und Eisen nachgetrieben, zum dritten Male bis auf 24 bis 30 Zoll tief geschrämt, sodann Oberberge nachgetrieben, vielleicht selbst noch ein viertes Mal bis auf ½ Lachter Tiefe geschrämt und nun die nöthige Ortshöhe vom Dache nachgeschossen.

Die Löcher werden dabei zweimännisch gebohrt, sowohl wegen der sehr beschwerlichen, liegenden Stellung der Arbeiter, als auch weil sie, in söhliger Richtung, daher trocken gebohrt werden müssen. Sie bekommen 15 bin 20 Zoll Tiefe. Hier findet das §. 61 angegebene mehrmalige, bis 5 Mal wiederholte, Besetzen desselben Loches Anwendung, wodurch das Gestein nach und nach wohl bis auf 1 Lr. aufgerissen und hereingeworfen wird, in dem freilich die schiefrige Structur des-

Digitized by Google

selben sehr unterstützt, daher schon beim Betriebe von Streckenörtern, wo das Dachgestein über dem Flötze bis zu der nöthigen Ortshöhe von 1 Lr. nachgeschossen wird, ein einziger Schuss in der Mitte der Strecke hinreicht, die ganze Breite (die in der Förste, wo sie am kleinsten ist, ⅜ Lr. beträgt,) mit einem Male hereinzuwerfen.

2) Von dem Ortsbetriebe im Zechstein und bituminösen Schiefer auf dem Kupferschieferflötze bei Richelsdorf in Hessen führt Ey, a. a. O. in Karsten und v. Dechen, Arch. f. Min. Bd. XVII. an: dass der Einbruch über dem Schiefer in dem sogenannten faulen Striche, oder auf den Scheidungen der No-, Unter-, Ober- und Dach-Berge mit der Keilhaue 1 bis 2½ Fus tief geführt, dann aus ihm Strosse und Förste bis auf die Schiefer nachgeschossen (geschlagen oder getrieben) wird, bis letzere durch abwechselnde Wiederholung dieser Arbeit auf 1½ bis 2 Lr. Länge frei gemacht sind, worauf die Schiefer nachgenommen werden. Wo es aber an Schichtungs- oder Ablosungs-Klüften fehlt, muss auch wohl der Einbruch mit Schieferverlust, auf dem Liegenden gemacht und sodann bis zur Förste nachgeschossen, also mit Schiesen aus dem Ganzen fortgegangen werden.

3) Auf den fiscalischen Steinkohlengruben bei Dresden wird, nacbdem auf der sogenannten Brandschicht, auch wohl auf der grosen, seltener auf der fremden Lette und ganz auf der Sohle, geschrämt, der Oberhang über dem Schrame auf einer oder beiden Seiten (in bis 2 Lr.) Breite geschnitten worden, derselbe womöglich mit einem Loche, von 24 bis 30 Zoll Tiefe hereingeschossen, und wenn auf diese Weise die Strosse bis auf 1 Lr. frei geworden ist, auch diese, gewöhnlich ebenfalls nach vorhergegangenen Schneiden, nachgeschossen. Ist der Oberhang nur auf einer Seite geschnitten, so wird der Schuss an der entgegengesetzten, in dem Winkel am Dache (S. Taf. IX. Fig. 17 a.) angesetzt. Die Bohrlöcher dürfen nicht über jene Tiefe, ebensowenig über Kämme, Rücken und Glätten hinaus-

Digitized by Google

geschlagen werden, weil sie doch nicht weiter abheben würden, daher auch die Schräme und Schnitte nicht tiefer gehen.

4) Bei dem Abbaue einer Steinkohlengrube zu Duttweiler in Saarbrücken (auf den beiden unteren, zusammen 50 Zoll Kohl mit 3 Zoll Bergmittel dazwischen enthaltenden Bänken des 10ten Flötzes wurde beim Betriebe der 2½ Lr. breiten Strecken am Dache des oberen Flötzes geschrämt, hierauf die Berge hereingeschossen, nach erfolgtem Versetzen derselben, an dem dem Einfallen zugewendeten Stose die Oberbank geschlitzt und mit einem nicht ganz bis auf die in regelmäsiger Wiederholung übersetzenden Ablosungsklüfte (gewöhnlich bis 34 Zoll tief) ebenfalls im entgegengesetzten Stose gebohrten Loche hereingeschossen, sodann die Unterbank an beiden Seiten geschlitzt und, mehrentheils zu 4 Mal, hereingeschossen (oder getrieben.)

5) Bei dem oberschlesischen Kohlenbergbaue wird (S. Karsten Archiv für Bergbau, Bd. II. Heft 2. S. 58.) bei dem Betriebe der 2½ Lr. breiten Strecken der Schram auf der Mittelbank oder auch auf der Sohle angesetzt; im ersteren Falle ½ bis ⅝ Lr. tief fortgebracht, hierauf die, etwa ⅝ Lr. mächtige Oberbank geschlitzt und bei festem Kohl geschossen. Ist auf diese Weise die Oberbank 1½ bis 2 Lr. weit vorwärts gerückt, so wird die Unterbank geschlitzt und ebenfalls hereingekeilt oder hereingeschossen, jedoch so, dass das Kohl dadurch nur zertrümmert, nicht hereingeworfen wird. Die Löcher in der Unterbank werden bis 40 Zoll tief und etwas auf dem Rücken liegend mit bis ¾ Lr. Vorgeben gebohrt.

Wird aber der Schram auf der Sohle geführt, so wird er oft 2 bis 3 Lr. weit hinter gebracht, dabei die Mittelbank, (wie vorher die Oberbank,) mit Bolzen unterstützt; fällt sodann, nach erfolgtem Wegnehmen der Bolzen das Kohl nicht von selbst herein und ist zum Hereinkeilen zu fest, so wird es mit ¾ Lr. tiefen, ¾ Lr. hoch über dem Schrame ziemlich söhlig angesetzten, schwach geladenen Löchern hereingeschossen.

Digitized by Google

6) In ähnlicher Weise wird auf der Kohlengrube Abilon bei Alais in Frankreich, bei dem Betriebe der 3,5 bis 4 m. breiten Strecken auf dem 7 bis 8 Fus mächtigen oberen Theile des bis 14 mètres mächtigen Flötzes Grand Beaume, in derselben Höhe ein Schram geführt, sodann in beiden Stösen ebenso tief geschlitzt und die Oberbank mit 2 Schüssen hereingeworfen, endlich aber die Unterbank hereingekeilt. (Vergl. Karsten u. von Dechen, Arch. f. Min. Bd. XVIII.. (1843) S. 436.)

7) Beim Betriebe der 6 mètres breiten, 4,2 mètres hohen Strecken auf dem 11ten 5,2 m. mächtigen Steinsalzflötze zu Dieuze in Frankreich wurde (Vergl. Annales des mines 3. sèr. t. VI. (1834) p. 148.) in 2 Bänken vorwärts gegangen; in der halben Höhe 0,55 m. tief geschrämt, die Oberbank auf beiden Seiten geschlitzt und mit 0,5 bis 1,1 m. tiefen Löchern hereingeschossen, hierauf die Strosse, jedoch mit stärkeren, zweimännischen Löchern nachgeschossen. In der Oberbank wird, wie allemal, mehr söhlig, in der Unterbank mehr saiger gebohrt.

8) Bei dem Steinsalzbergbaue in Wieliezka verschrämt (nach Hrdina, Geschichte der Wieliezkaer Saline S. 180.) der Häuer beim Betriebe der 1,225 wien. Klafter weiten, 1,05 Klftr. hohen Strecken den ganzen Ortstos 0,35 Klftr. tief, setzt dann in die Mitte des so gebildeten Spiegels ein ebenso tiefes Loch und wirft denselben durch diesen einzigen Schuss herein.

Ebenso verfährt er beim Abteufen der Schächte (S. S. 168.) Die Hauptschächte von 3,6 Klftr. Länge und 0,7 Klftr. Weite werden rings herum 0,35 Klftr. tief verschrämt, durch zwei andere Schräme rechtwinklig gegen die langen Stöse in drei Spiegel getheilt und jeder derselben durch ein in die Mitte eingesetztes Bohrloch herausgeschossen.

Ganz dasselbe Verfahren findet nach Schultes (in A. F. Gehlen's Journale für Chemie und Physik Bd. II. (1806) S. 169.) bei der Steinsalzgewinnung in Bochnia statt.

Eine andere hierher gehörige Anwendung des Schie-

sens ist auch die als Vorarbeit für das Hereintreiben. Für diese findet sich vornehmlich Gelegenheit bei der Gewinnung von Gestein mit offener schiefriger Structur, welches durch einen schwachen Schuss weit hinaus erschüttert und geöffnet und dann mit leichter Mühe hereingekeilt werden kann; so am meisten in eigentlichen Schieferbrüchen.

Ferner als Nacharbeit beim Rauben des Kohls welches bei Pfeilerbau auf mächtigen oder wenigstens mit unhaltbarem Dache versehenen Flötze an das Dach angebaut zu werden pflegt. Mehrentheils reicht es zwar hin, nach erfolgtem Abbaue die während desselben unter das Dach gesetzten Bolzen wegzunehmen, um letzteres mit dem daran angebauten Kohle zum Hereinbrechen zu bringen. Zuweilen aber ist das Kohl so zusammenhängend, dass es nicht von selbst hereinbricht, wenn man nicht einer sehr grosen Fläche die Unterstützung entziehen und dadurch einen zu weit greifenden, gefährlichen Bruch veranlassen will. Dann muss das Kohl am Dache angebohrt werden. Diess ist mit leichtem Schlage nach derjenigen Richtung hin zu thun, von welcher der Bruch vorschreitet, seltener, weil gefährlicher, umgekehrt. Nachdem der flache und schwach geladene Schuss weggethan worden, hat der Häuer so lange zu warten, bis der erfolgende Bruch wieder ganz ruhig geworden ist, worauf er das hereingekommene Kohl aus der Ferne mit langen Haken aus dem Bruche auf die Strecke zieht.

Endlich ist noch das mit Zuführen verbundene Schiesen zu erwähnen:

Schon bei der Schlägel- und Eisen-Arbeit §. 20. wurde bemerkt, dass wenn die Stöse eines Baues ganz glatt und in bestimmten gleichbleibenden Masverhältnissen hergestellt werden sollen, wie z. B. Schächte, Maschinenräume u. dergl. entweder zuerst die ganze Umfläche umschrämt werden muss, (wozu wohl bei nicht sehr zerklüftetem Gestein 6 Zoll hinreichen kann,) um dann den Kern herauszuschiesen, oder umgekehrt letzteren zuerst anzugreifen, dabei rings herum eine Schale stehen zu lassen, und endlich diese Schale wegzuschrä-

REESE LIBRARY OF THE UNIVERSITY CALIFORNIA
Digitized by Google

men ist. Je klüftiger das Gestein, desto dicker muss auch diese Schale gehalten werden; wenn man sich möglichst davor sichern will, dass nicht Schüsse über die künftige Begrenzung des Raumes hinausreissen, oder doch wenigstens erschüttern, und desto aufhältlicher wird dann das Zuführen. Gegentheils ist beim Voraus-führen des Schrames, in unverritztem Gesteine die Arbeit schwieriger, und doch nicht volle Sicherheit vorhanden, dass nicht durch einen zu starken Schuss Wände gegen die schon glatten Stöse geschleudert und diese dadurch verletzt werden.

Kommt es endlich bei Bauen zwar im Ganzen auf Regelmäsigkeit doch aber nicht auf einen hohen Grad von Ebenheit an, so werden dieselben auch wohl mit Schiesen zugeführt, indem man die letzte Schale rings-herum mit kurzen, gegen den Stos geneigten, jedoch immer noch mit dem Pulversacke einige Zoll davon entfernt bleibenden Löchern nachholt; welche eher etwas überladen werden können um nicht zu weit zu reissen.

§. 68. Das Schiesen als Hülfsarbeit für das Feuersetzen, kann — wovon bei letzterer Arbeit ausführlicher die Rede seyn wird, — vorkommen a) um dem Feuer einen ersten Angriff durch Aushöhlung, Erschütterung, Rauhmachen des Gesteins zu eröffnen; b) um rund gebrannte oder sonst unregelmäsig gewordene Baue, besonders die zu sehr angestiegene Sohle, wieder in Ordnung zu bringen.

Diese Hülfe wird um so eher zu suchen Veranlassung oder Nothwendigkeit seyn, je kleiner der Querschnitt der Baue ist.

§. 69. Das Sprengen freier Blöcke und (Feldsteine) hat bekanntlich die Zerkleinung von grosentheils ganz frei liegenden, theils noch halb in der Erde steckenden Geschieben zum Zwecke, entweder nur um sie leichter beseitigen und wegschaffen zu können, oder um sie weiter zu benutzen. Das Verfahren ist hier ganz dasselbe wie das zum Sprengen anstehenden Gesteines. Sollte das Geschiebe noch grösttentheils von der Erde und Gerölle umschlossen seyn, so ist

man dasselbe vor Allem erst frei zu machen, sowohl weil dadurch die Wirkung der Schüsse etwas vergrösert wird, als auch, weil dieses Freimachen und Ausgraben nachher doch einmal nothwendig wäre, man müsste denn nur einzelne vorspringende Ecken solcher eingesunkener Geschiebe beseitigen wollen.

Nächst Berücksichtigung etwa vorhandener Klüfte ist übrigens das Loch der Höhe und Breite nach in der Mitte der zu sprengenden Masse anzusetzen, weil ein zu tief geschlagenes Bohrloch unter sich zu wenig Boden behalten, daher leicht dort hinaus schlagen, ein zu flaches aber, wie allemal, oben abheben könnte. Ist der Stein aber so gros, dass er mit mehreren Schüssen zertheilt werden muss, so gilt dasselbe für den Bereich eines jeden.

Nächstdem ist hinsichtlich der Gröse der Ladung zu beobachten: dass, so weit es dem Umfange der Masse entspricht, starke Schüsse hier am häufigsten anwendbar sind, dass aber die wahre Gröse der Ladung für ein gewisses Vorgeben allemal geringer seyn kann, als bei anstehendem Gestein, vollends in so geschlossener Stellung wie in der Grube, sowohl weil das ganze Geschiebe überall frei, als auch weil der Zusammenhang fast immer unmittelbar durch Verwitterung, wie auch durch in deren Folge mehr geöffnete Klüfte geringer ist; endlich, weil bei solcher Lage ein Umherschleudern der Stücke für die Umgebung gefährlicher wäre, daher hier ganz besonders nur ein Zertrümmern des Blockes in sich beabsichtigt wird.

Liegen dergleichen Steine unter Wasser, z. B. in Flussbetten, so verhindert dieses schon das Herumwerfen.

§. 70. Das Sprengen von Eis, in geschlossenen. zusammenhängenden Decken wie in abgesonderten oder zu Haufen zusammengeschobenen Schollen, wird zwar noch weniger in den Wirkungskreis der Bergleute fallen, ist jedoch wegen der grosen Gefahr, welche bei fliesenden Gewässern, namentlich grosen Strömen in jedem Frühjahre für Brücken und anliegende Bauwerke aller Art, durch den Eisgang, wie für die ganzen Umgebungen oft

auf eine sehr bedeutende Ausdehnung unmittelbar, und durch die Eisstopfungen und das dadurch verursachte Aufstauen und Austreten der Wasser mittelbar hervorgerufen wird, zu wichtig, als dass es ganz mit Stillschweigen übergangen werden dürfte.

Das Sprengen des Eises hat hier überhaupt den Zweck, letzteres in grösere oder kleinere Schollen zu zertheilen, welche leicht und unschädlich fortgehen, steht daher dem aufhältlichen Aufhauen oder Zersägen des Eises, welches von Manchen als viel vorzüglicher angepriesen wird, (vergl. u. A. C. F. Wagner, Anweisung zur Erhaltung der Dämme bei Stromergiesungen und Eisgängen, Grimma 1827. S. 103. 191.) schon der hier unentbehrlichen Schnelligkeit der Wirkung wegen, weit vor.

Sprengen des Eises mit Bomben. Schon im Jahre 1749 stellte Silberschlag zu Closterbergen an der Elbe, einen Versuch an, das Eis mit Bomben und zwar, in Ermangelung eiserner, mit hölzernen zu sprengen. (Vergl. G. C. Silberschlag, Closterbergische Versuche, Berlin 1768. S. 257. und Schriften der Leipziger öconom. Societät Thl. VII. Dresden 1787. S. 114.) Mittelst einer solchen Bombe von 10 Zoll Durchmesser und 5 Loth Pulverladung, welche durch ein in das Eis gehauenes Loch nur so tief in das Wasser gehängt wurde, dass die Mündung der Brandröhre noch darüber hinausragte, brachte er in dem Eise eine Menge Risse hervor.

Oefter wurden aber wirkliche eiserne Bomben benutzt; insbesondere geschah dies bei dem grosen Eisgange nach dem Winter von 1784 durch die Artillerie-Hauptleute Dietrich und Lesch, später auch Andere. Es wurde dazu bei den Dietrichschen Versuchen ebenfalls ein Loch in das Eis gehauen und zwar, um weniger Erschütterung zu verursachen, dermasen, dass man in einem Kreise herum Löcher bohrte und nun erst die dadurch abgegrenzte Scheibe heraushieb oder sties. Nach dieser Oeffnung wurde die Bombe, entweder in einer aus Brettern zusammengeschlagenen Rinne, welche vom Ufer oder auch einer Brücke her flach abfallend gegen

das Loch hingelegt wurde, gerollt, oder in einen auf einem Schlitten stehenden Kasten gebracht, dessen Boden mit einer entsprechenden Oeffnung versehen, die wieder durch einen um einen Stift horizontal beweglichen Schieber bedeckt war. Nachdem man den Schlitten über das Loch im Eise geführt, und die Brandröhre entzündet hatte, zog man mittelst eines Seiles den Schieber weg, so dass die Bombe in das Wasser fiel und fuhr hierauf auch den Schlitten schnell fort. (Vgl. Schriften der Leipziger öconom. Societät Thl. VII. S. 76. 87.)

Der Satz der Brandröhre war von der Art, dass er 20 bis 30 Secunden lang, natürlich auch unter dem Wasser, fortbrannte, was übrigens alle nicht zu faulen Zündersätze vermögen. Zu lange Bränder zerspringen gern, daher schon desshalb der Satz stark zusammengeschlagen werden muss.

Der Hauptmann Lesch hingegen wollte die Bombe, mit einem auch schon 1784 von Wien ausgegangenen Vorschlage übereinstimmend, an einem Stricke 3 bis 4 Fus tief unter das Eis, in das Wasser einhängen und zwar mittelst eines quer über die Oeffnung im Eise aufgelegten Holzes. (Vgl. Schriften der Leipz. öcon. Soc. Bd. VII. S. 104. 113.)

Bei der Dietrich'schen Weise fiel die Bombe natürlich bis auf den Grund und wirkte durch die dem Wasser, als einem unnachgiebigen Körper, mitgetheilte starke Erschütterung, theilweis das Eis in kleine Scheiben zerschmetternd, theilweis in concentrischen Ringen und weit fortlaufenden Strahlen zerreissend.

Von wesentlichem Vortheil war es natürlich dabei, wenn das Wasser die Unterfläche des Eises berührte, und nicht zwischen beiden Luft enthalten war, die als ein elastischer Körper den Stos aufnahm.

Je tiefer das Wasser und je stärker das Eis, desto gröser muss auch die Ladung, auch wohl die Bombe selbst seyn, desto gröser wird aber auch, innerhalb nicht zu weiter Grenzen, der Bereich der Wirkung; dahingegen nahe unter dem Eise auch eine starke Ladung auf

Digitized by Google

keinen grosen Umkreis wirken kann. Bei den damaligen Versuchen wendete man auf 15 bis 20 Ellen Wassertiefe 51- bis 52pfündige Bomben mit 3 Pfd. Pulver an, bei nicht über 2 bis 3 Ellen Tiefe nur 1 Pfd. Pulver. Uebrigens muss bei einer gleichen Tiefe der Einsenkung die Wirkung weit gröser seyn, wenn die Tiefe auch die ganze des Wassers ist, die Bombe also auf dem Grunde derselben liegt, als wenn bei gröserer Tiefe unter ihr noch Wasser bleibt.

Bomben auf der Oberfläche des Eises können daher natürlich gar nichts nützen, ja sogar darauf geworfen, starkes Eis selten durchschlagen, wenn dasselbe unmittelbar auf dem Wasser ruht. Eben desshalb kann auch das schon von Silberschlag (vgl. Schriften der Leipz. öconom. Soc. Bd. VII. S. 114.) vorgeschlagene Einsetzen von Bomben in gehauene Löcher und gehauene Schräme in Eis oder Eisschütze, das Eindämmen oder Einsinkenlassen derselben, abgesehn von der gröseren Aufhältlichkeit, nur von beschränkter Wirkung seyn, so wie auch Bomben, in auf dem Grunde fest angefrorenem Eise wenig wirkten.

Uebrigens hielt Dietrich starke eiserne Bomben desshalb für unentbehrlich, weil dadurch das Pulver zusammengehalten werde und sich vollständig entzünden könne, bevor sie zersprängen; schwächer als für den Kriegsgebrauch werden sie aber unbedingt seyn können und müssen, weil sonst ein zu groser Theil der Kraft auf das Zerreissen der Wände selbst verwendet werden muss, welches hier nicht Zweck ist, wie im Kriege, sondern nur Mittel; auch brauchen sie hier nicht die Kraft der Ladung des Mörsers auszuhalten.

Ferner brachte Dietrich, in weiterer Ausführung des von Silberschlag ausgesprochenen Gedankens, in Vorschlag, mehrere Bomben zu gleicher Zeit zu entzünden und in eine Anzahl Löcher hinein, also auch bis auf den Grund, fallen zu lassen, die in derjenigen Linie angelegt wären, in der das Eis zersprengt werden soll. Sie sollten dazu mit Stricken an einer über die Löcher hin auf Böcke gelegten Stange, an in letzterer einge-

Digitized by Google

schlagenen Pflöcken so aufgehängt werden, dass sie nach mittelst eines Lauffeuers erfolgter Entzündung, durch Umdrehen der Stange von selbst von den Pflöcken abglitten und in das Wasser fielen.

Sehr grosartige Versuche mit dergleichen Bomben stellte der General Bontems im Winter 1828 — 29 zu Warschau in der Weichsel an. (Vgl. Bulletin technologique, t. XIII. (1829.) p. 312. und Dingler polit. Journal Bd. XXXV. (1830.) S. 354.) Hier schlug z. B. eine Bombe von 140 Pfd. poln. mit 6 Pfd. Pulverladung auf den Grund des 12 engl. Fuss tiefen Wassers gesenkt, nicht nur aus dem 21 Zoll dicken Eise eine 18 Fus lange und 13 Fus breite Scheibe heraus, sondern riss auch auf einen Umkreis von 180 Fus Durchmesser 22 Strahlen und 5 concentrische Kreise. Eine eben so starke Bombe hingegen schlug bei 8 Fus Wassertiefe und 18 Zoll Eisdicke nur eine Scheibe von 4 Fus Durchmesser heraus und auf 54 Fus Durchmesser 32 radiale Risse. Eine dergl. von 13 Zoll unter der Wasseroberfläche schlug in dem 22 Zoll dicken Eise ein 6 Fus weites Loch, aber auf 72 Fus Durchmesser 36 Strahlen und 7 concentrische Risse. Eine vierte endlich bei 3 Fus Tiefe unter der Oberfläche und 18 Zoll Eisstärke eine Scheibe von 16 Fus und auf 144 Fus Durchmesser 22 Strahlen und 11 concentrische Risse.

Ist nun aber auch nach dem Allen die Wirksamkeit der Bomben gar nicht in Zweifel zu stellen, so sind sie doch nicht nur zu kostspielig, sondern auch zu umständlich, an den meisten Orten für schleunige Hülfe zu fern, daher ihre allgemeine Anwendbarkeit zu beschränkt, endlich auch für Unkundige gefährlich.

Noch weit unpraktischer scheinen daher die Petarden für diesen Zweck zu seyn, welche 1784 ein gewisser Kluge vorschlug (s. Schriften der Leipz. ökon. Soc. Bd. VII. 6. 64. 100. 158.), bekanntlich eine früher im Kriegsgebrauche viel angewendete Art conischer Mörser, die mit Pulver geladen, mit der oberen weiten Oeffnung auf eine Pfoste und diese wieder auf das Eis befestigt werden, welches sie durch die Entzündung des

Digitized by Google

Pulvers sprengen sollten. Nicht gerechnet die von Dietrich gerügte Unvollkommenheit der Wirkung, wenn sie, dem Vorschlage nach, ganz fest auf dem Eise sitzen, ist ihr Gebrauch noch umständlicher und kostspieliger als der von Bomben.

Einfacher und zweckmäsiger sind dagegen sogenannte Kanonenschläge.

Schon die oben erwähnten hölzernen Bomben von Silberschlag sind hieher zu zählen, da sie dem Material nach lediglich als leichte Hüllen des Pulvers betrachtet werden können. Ferner die von demselben Kluge vorgeschlagene blecherne Büchse, welche mit Pulver gefüllt, in das Eis eingesetzt und durch eine übergelegte eiserne Schiene darin befestigt werden sollte, freilich in einer solchen Stellung gar nichts versprach. Besser war die Idee durchgeführt in dem 1820 veröffentlichten Vorschlage von Merricks in England: eine zinnerne Pulverbüchse bis 2 Fus tief unter das Eis in das Wasser so einzusetzen, dass die Mündung der ebenfalls zinnernen Zündröhre bis über die Oberfläche des Wassers herausragte (Vgl. Edinburg. philosoph. journal, vol. II. (1820.) 398.), welcher Vorschlag auch in die Elbeblätter von 1827. S. 155. überging. Mit einigen Unzen Pulver soll 3½ Zoll dickes Eis auf 45 Fus Länge und 33 Fus Breite zertrümmert worden seyn.

Mit grosem Nutzen angewendet und dadurch allgemein bekannt wurden aber die eigentlichen Kanonenschläge durch Glück zu Mühlhausen im Elsass, bei Gelegenheit des starken Eisganges des Jahres 1788. (Vgl. Bullet. de la soc. d'encouragem. ann. XXII. (1823.) p. 118. ann. XXIX (1830.) p. 66. 232. — Bullet. des sciences technol. t. XII. (1829.) p. 362.) Er bediente sich ihrer nur zum Sprengen loser Eisschollen, welche Brücken und Bauwerke gefährden, das Wasser durch Festsetzen anstauen konnten.

Die Schläge waren ganz gewöhnliche; Würfel von Pappe oder starkem Papier mit 3 bis 6 Loth Pulver gefüllt, vielfach mit Bindfaden umwickelt und geleimt, mit einer kurzen Zündröhre versehen, deren Satz

Digitized by Google

auch unter Wasser brennt. Diess zu bewirken, sollte der letztere, bei 1½ Lin. Zünderweite aus blosem Mehlpulver, bei 1½ bis 2 Lin. Weite aus 1 Theil Pulver und ½ Kohle, oder 1 Pulver, 1 Salpeter und ½ Kohle bestehen und stark geschlagen werden, um bei 2 Zoll Länge 15 bis 20 Secunden lang zu brennen. Der Schlag wurde vom Ufer oder von einer Brücke aus, mittelst einer gleich in dem umwickelten Bindfaden vorgerichteten Schlinge an einen, an einer langen Stange befestigten gekrümmten eisernen Stab angehängt, angezündet und wo möglich unter die Mitte, hart an die Unterfläche der Eisscholle geschoben (vgl. Taf. IX. Fig. 18.), wobei die Vorsicht zu beobachten ist, den Zünder in der Richtung des Eises rückwärts stehen zu lassen, damit er beim Hinabschieben nicht beschädigt werde.

Durch den erfolgenden Schlag wird die Scholle in lauter kleine Stücke zertrümmert. — Der Gebrauch ist ohne alle Gefahr.

Mit gleich günstigem Erfolge wendete man diese Schläge auch später, in den Jahren 1823, 1827 und 1830 an; mit 4 Loth Pulver sollte 3 Fus, mit 6 Loth 4 Fus dickes Eis gesprengt werden können, und sollte auch diess nicht erreicht werden, so zertrümmerte man doch wenigstens im Winter von 1830 0,5—0,66, ja 0,75 mètre starke Eisschollen von 35—40 □Fus Fläche.

Versuche, welche im Jahr 1827 zu Paris auf Anordnung des Ministeriums angestellt wurden, gelangen hingegen nicht; sehr natürlich, denn statt auf die vorgeschriebene bewährte Weise zu verfahren, gefiel man sich in Sonderbarkeiten, schoss die Schläge mit Raketen unter das Wasser, warf sie aus Mörsern auf die Oberfläche des Eises! (Vgl. Bullet. de la soc. d'encour. ann. XXIX. (1830.) p. 233. u. 237. — Dingler pol. J. Bd. XXXIII. (1829.) S. 378.)

Die Hüllen dieser Schläge boten natürlich nur den allernöthigsten Widerstand um die Entzündung der Ladung gleichzeitig erfolgen zu lassen; Versuche, sie blos von Pappe ohne Bindfadenumwickelung darzustellen, misslangen hingegen.

Digitized by Google

Die Brauchbarkeit der Kanonenschläge ist somit als nachgewiesen anzusehen, jedoch wird sie durch die Schwierigkeit beschränkt, dieselben auch bei treibenden Eisschollen, überhaupt aber bei breiten Strömen in der Mitte in Anwendung zu bringen, denn diess, wie vorgeschlagen, von Kähnen oder bei vorhandenen Brücken von hängenden Gerüsten aus zu thun, würde ersteres zu gefährlich, letzteres zu kostspielig und dennoch nicht überall ausführbar seyn.

Dass sie hingegen auch auf stehende zusammenhängende Eisflächen anwendbar sind, sofern man nur stark genug ladet, liegt nicht nur in der Natur der Sache, sondern ist auch durch die oben genannten Warschauer Versuche nachgewiesen, welche auch darauf erstreckt wurden. Ein Schlag von 60 Pfd. Pulver auf den Grund von 8 Fus tiefem Wasser gesenkt, zerschmetterte 15½ Zoll dickes Eis auf 48 Fus Durchmesser und riss auf 810 Fus Durchmesser 52 radiale Sprünge und 15 concentrische Kreise, warf das Eis 300 Fus hoch in die Höhe und bewirkte auf 1200 Fus aufwärts im Flusse eine Stauung des Wassers. Ein anderer Schlag von 4 Pfd. hingegen, 2 Fus tief in das Wasser gesenkt, dessen ganze Tiefe 19 Fus war, riss aus dem 14½ Zoll dicken Eise nur eine Scheibe von 21 Fus Durchmesser.

§. 71. Das Sprengen von Holz, kann zwar schon in der Grube dann und wann nothwendig werden, um Bolzen und Stempel wegzuschaffen, auf welche sich der Gesteindruck so stark aufgesetzt hat, dass das Wegnehmen derselben mit sofort erfolgendem Hereinbrechen des Daches verknüpft, daher zu gefährlich ist, als dass es unmittelbar aus der Nähe bewirkt werden könnte, so z. B. beim Rauben der Bolzen und des an das Dach angebauten Kohls bei Pfeilerbau; noch öfter kommt es aber beim Roden groser Wurzelstöcke in Anwendung. In beiden Fällen ist das Verfahren das gewöhnliche, nur dass die Löcher mit dem Hohlbohrer gebohrt werden können, und zum Verschlusse meistens schon ein stark eingetriebener Holzpfropf hinreicht.

Eine eigenthümliche Vorrichtung, um diesen Ver-

Digitized by Google

schluss leichter und fester herzustellen, ist die von Knight in England ausgedachte Schraube. (Vergl. Gilbert, Ann. d. Phys. Bd. XIV. (1803.) p 342.)

Nachdem das Loch gebohrt und geladen ist, wird es über der Ladung durch eine eiserne Schraube A. (Taf. IX. Fig. 19.) mit hinreichend starken Gewinden und einem eisernen Griffe, verschlossen, die der Axe nach durchbohrt ist.

Das Eindrehen erfolgt mit Hülfe eines Hebels, welchen man sodann mittelst eines Riemens an die Schraube anhängt, um sie nach erfolgtem Schusse leicht wieder zu finden, obschon ein Verlieren nicht leicht zu fürchten ist, weil der Erfahrung nach die Schraube gewöhnlich in einem der Theile des Blockes stecken bleibt. In der Bohrung steckt die Räumnadel, (obschon diese eigentlich höchstens nur dazu nöthig seyn kann, um die Spur wirklich auszuräumen.) An ihrer Stelle wird eine Zündschnur aus einem in Salpeter getränkten Bindfaden bestehen, in die Bohrung eingeführt und angezündet.

Diese mit völliger Sicherheit und lange Zeit brauchbare Schraube scheint sehr nützlich und von weit gröserem praktischen Werth zu seyn, als ein von S. Victor vorgeschlagener kleiner Mörser, den man unter den Stock eingraben und dadurch letzteren in die Höhe sprengen soll! (Vgl. Gilb. a. a. O. S. 345.)

§. 72. Das Sprengen mit sehr grosen Ladungen, wird zwar nur unter ganz besonderen Umständen und desshalb für eigentlich bergmännische Zwecke nicht leicht vorkommen, indem schon Ladungen, wie sie bei den Versuchen von Courberaisse in Frankreich mit sackförmig erweiterten Bohrlöchern (vgl. §. 42. S. 490. und §. 61. S. 618.) angewendet wurden, zu den ganz ausserordentlichen Ausnahmen, Sprengungen für Kriegszwecke aber gar nicht hieher gehören; indess möchte es doch nicht überflüssig seyn, noch etwas über das Verfahren zu sagen, welches bei einigen Sprengungen für friedliche Zwecke angewendet wurde und auch künftig, wenn schon in verschiedenem Grade, für dergleichen anwendbar seyn wird. Es ist dabei weniger die Zündungs-

Digitized by Google

weise, weil diese, obschon wichtiger, dieselbe ist, welche bei kleineren Ladungen angewendet wird, als vielmehr die Art der Einbringung der Ladung zu beachten.

Ein besonderes, wenn auch in seiner Ausführung sehr einfaches Verfahren war schon das bei der bereits früher (§. 55. S. 575.) erwähnten Sprengung der Round-Down Klippe, behufs der Anlegung der östlichen Eisenbahn in England, angewendete. (Vergl. Crelle, Journ. für Baukunst, Bd. XVIII. (1843.) S. 368. — Dingler polytechn. Journal Bd. LXXXVII. (1843.) S. 462. — Edinburgh new philosoph. Journ. vol. XXXIV. (1843.) p. 337.) Nachdem in die gegen das Meer vorspringende Klippe ein der Bahnlinie paralleler Stollen *a.* etwa 300 engl. Fus weit hineingetrieben worden war, (Taf. IX. Fig. 20. A. Grundriss, B. Querschnitt,) senkte man von diesem aus noch drei 11 Fus tiefe Schächte *b.* ab, und trieb aus diesen gegen die Landseite hin eben so viel Strecken *c.*, die längste 26, die kürzeste 12 Fus weit fort; am Ende einer jeden wurde endlich parallel dem Stollen, eine 11 Fus lange, 5 Fus hohe und 4½ weite Kammer *d.* ausgehauen, davon die östliche 5000, die westliche 6000 und die mittlere 7000 engl. Pfd. Pulver aufnahm; die Kammern wurden dazu mit hölzernen Kästen ausgekleidet, in diesen das Pulver in offenen Säcken zu 50 Pfd. niedergelegt, auf diese loses Pulver aufgestreut, das Zündpulver aber in die Mitte der Ladung gebracht. Die Entfernung der mittlern Kammer von der vorderen Seite der Klippe betrug 70 Fus, der an beiden Enden 55 Fus, ihre Tiefe unter der oberen Spitze der Klippe 300 Fus.

Die Entzündung wurde, wie schon oben erwähnt, durch galvanische Batterien bewirkt, die auf der Rückseite des Felsens aufgestellt und von denen aus mit Garn überzogene Leitdräthe auf der Erde hin und in die Kammern geführt wurden.

Die Strecken wurden nach erfolgter Ladung mit trocknem Sande verstopft.

Die Wirkung war darauf berechnet, dass das dortige Kreidegebirge von, sich unter einem geringen Fallen

Digitized by Google

von $\frac{1}{5}$ bis $\frac{1}{10}$ gegen das Meer senkenden Klüften durchsetzt und in Schichten abgesondert wird, in denen man nun die Kammern anbrachte, um dieselben durch die Explosion des Pulvers zur Seite hinauszuschieben und so mit der kleinsten Kraft dem Felsen den Fus zu entziehen und ihn zum Sturze zu bringen. Dass diese Berechnung richtig war, bewies der Erfolg, indem der auf 375 Fus Höhe und 500 Fus Breite abgelöste Felsen so langsam im Ganzen herab und in das Meer glitt, dass anfangs in dessen oberen Theile gar keine weitere Trennung eintrat.

Andere Anwendungen groser Ladungen sind in neuerer Zeit wiederholt beim Sprengen versunkener Schiffe angewendet worden.

Bei den schon oben erwähnten Schiffssprengungen durch den Oberst Pasley mit Hülfe der galvanischen Batterie wendete letzterer für die starken Ladungen von 1000 bis 1100 kilogr. drei verschiedene Arten von Behältern an:

1) Cylinder von Blei, welche in Holzcylinder eingesetzt, die wieder in den Fugen kalfatert und auf der Oberfläche mit Theer getränkt waren.

2) Hölzerne Cylinder, mit zusammengelötheten Bleiplatten bedeckt, diese wieder aussen mit Latten von Holz bekleidet und endlich mit altem Seil umwunden.

3) Gefäse von Schmiedeeisen in der Gestalt von Fig. 21. auf Taf. IX. Nemlich Cylinder mit an beiden Enden angesetzten Kegeln, davon der eine in einer geschlossenen Spitze, der andere in einer (0,075 mètre weiten) Oeffnung endigte; in diese war wieder ein bronzener Trichter eingelöthet, der über die Hülle vorsprang. Dadurch wurde das Füllen und nach Erfordern Entleeren des Gefäses ausserordentlich erleichtert. Die Stärke des Eisens wurde gröser gemacht, als es blos wegen des Wasserdruckes nöthig gewesen wäre, um den Cylinder schwer genug zu machen, damit er leicht in das Meer sank. Die Tafeln waren genietet und mit Eisenkitt verdichtet. In der Mitte des cylindrischen Theiles stellte man ein rundes Loch her, in welches ein 0,05 mètre

Digitized by Google

weites, 0,5 mètre langes Bleirohr bis in die Mitte der Ladung hinabreichte. Dieses, mit Pulver gefüllte, innen völlig geschlossene Rohr diente als Zündrohr; ein aussen auf den Cylinder aufgelötheter Halsring hielt es fest. Es war desshalb von der Hauptladung getrennt, damit, wenn etwa Wasser in jenes drang, wenigstens diese geschützt blieb. Nach erfolgter Einbringung des Zündrohrs füllte man den Behälter mit Pulver, schloss dann die Füllöffnung mit einem Pfropfen, auf den einige centimètre hoch Letten kam, über welchen man eine Metallscheibe löthete.

Schwächere Ladungen von 118 Kilogr. kamen in ähnliche schmiedeeiserne, in Kegel endigende Cylinder, durch deren eines Ende das Pulver eingefüllt, zu dem andern ein Zündrohr eingeführt wurde; da, wo die Kegel an die Cylinder stiesen, waren zur Verstärkung noch schmiedeeiserne Ringe angelegt.

Ladungen von 20 kilogr. endlich wurden in weissblecherne Oelkrüge gefüllt.

Alle diese Gefäse wurden vor dem Gebrauche zur Probe 1 bis 2 Stunden lang bis zu der Tiefe in das Wasser eingesenkt erhalten, in der sie wirken sollten. Hatten sie sich gut gehalten, so probirte man sie noch mit einer Druckpumpe, welche etwaige Löcher leicht entdecken lies.

Die Zündung von kleineren und mittleren Ladungen erfolgte mit Sicherheitszündern, welche in die kleinen Ladungen unmittelbar eingeführt, bei den mittleren an dem Zündrohre befestigt wurden. Nachdem sie angezündet worden waren, senkte man die Ladung in das Wasser hinab. Zuweilen wendete man der Sicherheit wegen zwei Zünder zugleich an; ferner Zündröhren, die, mit feinem Pulver gefüllt, in Blechröhren befestigt und sammt diesen bis zum Gebrauche aufgerollt wurden. Bei letzteren befestigte man das eine Ende mittelst einer Schraube an dem Zündrohre des Behälters, an dem anderen Ende einen leichten schwimmenden Körper, und zündete das letztere mit einer langsam brennenden Lunte, oder bei über 18 mètres Wassertiefe auch unmittelbar an.

Der Gebrauch der electrischen Batterie ist schon

Digitized by Google

oben beschrieben worden. Die Dräthe derselben wurden sammt der ihre Enden aufnehmenden Zündpatrone in das Zündrohr eingeführt, das in die Behälter kam, das Rohr sodann mit einem Pfropfe geschlossen, durch welchen die Dräthe gingen, auf diesen 8—10 centim. hoch Kitt aus Pech, Wachs und Talg gegossen.

Für das Hinablassen der Ladungen in hölzernen Kästen musste, weil das Pulver leichter ist als das Wasser, ein auf den Grund geschickter Taucher eine Leitrolle mittelst einer Belastung auf jenem oder unmittelbar am Wracke befestigen, über die ein Seil lief, an dem man die Ladung hinabgehen liess; für grose Ladungen wendete man zwei Laufseile an, liess auch die Gefäse von einem Taucher begleiten, um sie sicher und richtig an den bestimmten Ort gelangen zu lassen.

(Vgl. Documens rèlatifs à l'emploi de l'électricité, p. 68. et seq.)

Bei ähnlichen Sprengungen auf der Danziger Rhede brachte man hingegen die Pulverladungen von 1½ bis 3 Ctnr. in Kästen von 3 Zoll starkem Eichenholze; die Seitenwände davon wurden verzinkt und geleimt, die Böden aufgeleimt und geschraubt, dann die ganze Innenfläche mit heissem, flüssigen Peche ausgegossen, nach erfolgter Ladung der Deckel, dessen Fugen man vorher mit weichem Leinölkitte bestrichen hatte, ebenfalls mit starken Holzschrauben befestigt, darauf alle Fugen und etwaige Spalten mit Pech ausgegossen, sodann die ganzen Oberflächen damit überzogen, endlich alle Fugen noch mit doppelten Lagen heiss gepichter Leinwand überkleidet. Der Kasten wurde mit Steinen und Eisenplatten belastet und möglichst nahe an die Wand des zu sprengenden Schiffes gebracht.

Die Zündung erfolgte theils durch Percussion, welche sich auch schon vorher bei anderen Sprengungen auf dem Grunde von Wasser bewährt hatte, theils durch Zündschnüre.

(Vgl. C. F. L. Förster, Bauzeit. Jhrg. VI. (1841.) S. 65. u. sf.)

Aehnlicher Kästen bediente man sich auch bei den

Digitized by Google

später bei Hamburg in der Elbe angestellten Sprengungen eines gestrandeten Schiffes, (vgl. Crelle, Journal für Baukunst, Bd. XX. (1844.) S. 293 u. sf.) nur dass man hier die Vorsichtsmasregeln durch Ausstreichen mit Theer, Kalfatern mit Werg und Baumwolle, Ueberkleben mit Packpapier, abermaliges Theeren, dann Ueberziehen mit getheerter Leinwand, ja zum Theil noch Umwickeln mit Tauwerk, noch weiter trieb. Ein eigenthümliches Verfahren war es aber, dass man diese Kästen noch mit sechs Gängen starker eiserner Bänder umlegte, so dass sich deren auf jeder Seite vier kreuzten, „um dem Pulver mehr Widerstand entgegenzusetzen.“ Man scheint also von dem Gedanken ausgegangen zu seyn, den Kasten als Bombe zu betrachten, um ihn durch die herumgeschleuderten Stücke wirken zu lassen, weil sich sonst nicht erklären lässt, warum man einen so bedeutenden Theil der Kraft des Pulvers nur auf das Zerreissen des Kastens verwenden liess.

Ein solches Hinausschleudern mit grosem Momente wurde aber schon durch den Druck des Wassers und dadurch verhindert, dass der Pulverkasten, wie auch in der Ordnung, ganz an der Schiffswand anlag; sollte aber die Wirkung des Pulvers nur so weit zusammengehalten werden, dass es sich völlig entzündete, so wurde diess schon hinreichend eben durch den Druck des darüberstehenden Wassers bewirkt. Etwas anderes wäre es gewesen, wenn man diejenige Seite des Kastens schwach gelassen hätte, welche sich der Schiffswand anlegte.

Die Zündung wurde hier mittelst einer vor der Füllung, die durch eine besondere Oeffnung am Deckel geschah, in die Mitte des Kastens eingesetzten mit dem Zündpulver gefüllten Blechkapsel bewirkt, welche durch ein Röhrchen am Deckel befestigt und dadurch von aussen zugängig war, so dass man vor dem Einfüllen des Zündpulvers eine Zündschnur hinein führen konnte, übrigens das Zündpulver von der Ladung ganz getrennt blieb. Eine Fortsetzung des Zündfadens führte man in dünnen Blechröhren bis über das Wasser hinauf.

Digitized by Google

Der Kasten wurde, mit Steinen beschwert, an zwei von einem Fahrzeuge aus schräg gegen den Grund gestellten Stangen so hinabgelassen, dass er möglichst nahe an das Wrack zu liegen kam.

Bei den für diese Sprengungen vorläufig angestellten Versuchen ergab sich übrigens, dass bei 25 Fus Wassertiefe 400 Pfd. Pulver einen 80 bis 90 Fus hohen Wasserkegel von 60 Fus Grundfläche in die Höhe hoben, der ohne sich auszubreiten wieder hinabsank.

§. 73. Beispiele von Leistungen beim Bohren und Schiesen.

1) In Freiberg erfordert ein einmännisches Loch von 18 bis 19 Zoll (à $\frac{1}{42}$ mètre) Tiefe und $\frac{7}{8}$ bis 1 Zoll kleinster Weite, in Gneus von mittlerer Festigkeit 60 bis 80 Min. Zeit und 2500 bis 2600 Schläge, im festesten Gneuse aber 7 bis 8000 Schläge.

2) Im Allgemeinen soll ein Häuer daselbst in der achtstündigen ($6\frac{1}{2}$ stündigen Arbeits-) Schicht zwei Löcher von 16 bis 18 Zoll Tiefe schlagen, besetzen und wegthun oder eines von 24 bis 30 Zoll. Im festesten Gneuse kann er aber wohl nur ein einziges von 20 Zoll Tiefe in dieser Zeit schlagen und wegthun.

3) Auf Beschert Glück Fundgr. im freiberger Revier bohrte ein Häuer auf dem Hohbirkner Stehd. Gange in gewöhnlichem Gneuse in einer Stunde 9 bis höchstens 12 Zoll; in aufgelösterem, sogenanntem weissen Gneuse an den Salbändern, bis 16 Zoll, in sehr festem hingegen nur 6 Zoll.

4) Auf Churprinz Friedrich August Erbst. in demselben Revier bohrte ein Häuer in der Schicht vor Ort und im Abteufen 1 bis 3 einmännische Löcher von 14, 16 bis 18 Zoll Tiefe oder zwei anderthalbmännische von 14 bis 18 Zoll Tiefe; in quarziger Gangmasse aber nur eines.

5) Zwei Mann bohrten daselbst 1 zweimännisches Loch von 28 bis 34 Zoll Tiefe; (alles mit Besetzen und Wegthun.) Auf Neue Hoffnung Gottes Fdgr. zu Bräunsdorf aber 2 zweimännische von 16 bis 30 Zoll Tiefe, ohne Beräumen.

Digitized by Google

6) Bei dem Betriebe des Elbstollens nach den fiscalischen Kohlenwerken bei Dresden bohrte, besetzte u. s. f. ein Mann vor Ort im Thonschiefer in der sechsstündigen Arbeitsschicht 2 bis 3 Löcher von 15 bis 20 Zoll Tiefe. — Beim Abteufen des achten Lichtloches auf demselben Stolln im Sienit 2 Löcher von 14 bis 20 Zoll: in dichtem Quarz- und Feldspath-Gestein aber nur 1 dergl.

7) Bei dem Betriebe der Röschen, zur Unterstützung der Rothschönberger Stollnanlage im freiberger Revier, konnten in sienitartigem Gneuse in der zwölfstündigen Schicht 4 einmännische Löcher mit, aber nur zwei ohne Wasser gebohrt werden.

8) Bei dem Harzer Bergbaue war, nach dem Zellerfelder Bohrreglement mit Frohnarbeit, also in der vierstündigen Bohrschicht: einmännisch, trocken 18 bis 20 Zoll zu bohren; nass, über sich, 27 bis 32 Zoll, unter sich 32 bis 40 Zoll; zweimännisch, trocken 22 bis 24 Zoll; nass, über sich 44 bis 48 Zoll, unter sich 48 bis 60 Zoll; alles ohne Besetzen und Wegthun.

9) Auf dem Thurmrosenhofe daselbst bohrte ein Häuer in 4 Stunden, auf dem Gange einmännisch über die Schulter, nass 52 Zoll, trocken 40 Zoll. (Karsten, Archiv f. Bergbau. Thl. V. (1822.) S. 103.)

10) Auf der Dorothea bohrten in einem Förstenbaue zwei Häuer in der genannten Zeit über die Schulter, nass, 2 Löcher zu 30 Zoll, trocken nur zu 24 Zoll; auf den Strossen hingegen bohrte man ehemals ⅓ mehr als jetzt in den Försten. (Vgl. a. a. O. S. 119.)

11) Auf der Carolina mussten in der genannten Zeit 2 zweimännische Löcher über die Schulter: nass 30, trocken 24 Zoll tief, unter der Schulter 36 bis 40 Zoll tief gebohrt werden.

12) Auf dem Neuen Silbersegen bohrte (nach Karsten und Dechen, Archiv für Miner. Bd. XIV. (1840.) S. 486.) ein Häuer auf sehr festem Gestein in der achtstündigen Schicht 4 bis 5 Löcher von 12 bis 20 Zoll Tiefe und 1¼ bis 1 Zoll Weite, ebenfalls ohne Wegthun.

Digitized by Google

13) Auf dem Alten Segen mussten die Häuer täglich 48 Zoll unter dem Eisen, 36 Zoll schwebend und 24 Zoll über das Eisen bohren. (S. a. a. O.)

14) Ein Gedinghäuer bohrte auf der tiefen Wasserstrecke in fester Grauwacke einmännisch oft 30 Zoll in 2 Stunden. (A. a. O. S. 487.)

15) Im Allgemeinen aber bohrt ein tüchtiger Gedinghäuer einmännisch an einem 18 Zoll tiefen Loche in fester Grauwacke 1½ Stunden, ein minder geschickter 3 Stunden. (S. a. a. O.)

16) Bei dem Gangbergbaue auf Graubraunsteinerz bei Ihlefeld am Harze soll (nach Karsten, Arch. f. Bergbau Bd. IV. (1821.) S. 266.) ein Häuer in der Schicht manchmal 7 Löcher von 18 Zoll Tiefe bohren!

17) Im Rammelsberge bei Goslar hat ein Häuer in der achtstündigen Schicht in Schwefelkies 4 bis 6 Zoll, in Kupfererz 10 bis 14 Zoll, in Bleierz 16 bis 20 Zoll, von 1½ Zoll Weite, zu schlagen. Bei der grösten Härte bohrt er aber in der Schicht nur 2 bis 3 Zoll. Er verschlägt dabei oft 40 bis 60, ja 80 Bohrer. (S. darüber unten mehr.)

18) Bei dem Eisensteinbergbaue zu Presnitz in Böhmen bohrt ein guter Häuer im Magneteisenstein in der sechsstündigen Arbeitsschicht, nass 20 bis 27 sächs. Zoll, trocken 10 bis 16 Zoll; (besetzt und thut weg); beim Streckenbetriebe im Grünstein 14, 30 bis 35 Zoll tief; auf der Grube Ueberschaar daselbst, in Grünstein mit Eisengranat, bohrt er in der Schicht nur 6 bis 8 Zoll, mit einem Aufwande von 10 Bohrern und mehr; auf der Wolfgangzeche in gleichem Gebirge 13, 15 bis höchstens 18 Zoll, wozu er 10 bis 13 Stück Bohrer verschlägt.

19) Zu Röras in Norwegen hat ein Häuer in der dortigen Lagermasse: (Kupfer- mit Schwefel-Kies, schiefrigem Chlorit, Talk und Magnetkies) in 3 bis 4 Stunden 48 Zoll von ¾ bis 1⅛ Zoll Weite zu bohren. (Vgl. Hausmann, Reise durch Scandinavien. Thl. V. (1818.) S. 274.)

20) Zu Sala in Schweden, in einem Bleiglanz

und Blende führenden Kalklager im Gneuse, muss der Häuer in zwölfstündiger, in drei Absätzen verfahrener Schicht 4 Löcher zu 24 Zoll Tiefe bohren, besetzen und wegthun. (Hausmann, Thl. IV. (1816.) S. 294.)

21) Nach Sandel (in den Abhandlungen der k. schwedischen Akademie der Wissenschaften, übers. von Kästner. Bd. XXXI. (Jahrg. 1769.) S. 302.) wurde *a*) bei dem Garpenberger Kupferbergwerke in erzhaltiger, quarz- und glimmerreicher Bergart 3 Ellen*) tief, zweimännisch in 8 Stunden gebohrt, dazu im festesten Gestein 70 bis 80, in minder festem 33 bis 40 Bohrer verschlagen.

22) *b*) In einer Kupfergrube im ostgothländischen Bergmeisterrevier hat man auf einem Kalkgange mit eingemengtem grünen Kupfererze und etwas Glimmer, 1 Elle mit 5 Bohrern, in 1⅔ Stunde gebohrt; auf demselben Gange bohrte man an einem anderen Orte, wo es fester war, 1 Elle mit 18 Bohrern in 2 Stunden.

23) *c*) In den Eisengruben von Nerike's Bergrevier bohren im Sommer von 6 Uhr früh bis 6 Uhr Abends 2 Leute in lockerem Gebirge 2, 3 höchstens 4 Ellen; 3 Leute 2¼, 3 bis 4½ Ellen; in härterem Gesteine, — Feldspath, Flint, Granit, Schörl, — nur die Hälfte, (dabei mit einem Bohrer nicht über 2 bis 3 Zoll tief,) incl. Wegthun u. s. f., daher auf das eigentliche Bohren nicht über 4 Stunden kommen.

24) *d*) In einer Eisengrube in der ostgothischen Bergmeisterschaft bohrten auf einem Gange von dichtem hartem Rotheisenstein, hartem weissen Quarze, stellenweis mit schwarzem, dicht eingesprengtem Glimmer, auch abwechselnd einfallendem rothem Jaspis, zwei Leute nicht über 2½ Ellen des Tages, brauchten aber dazu wenigstens 36, manchmal über 45 Bohrer.

25) *e*) Bei der Ritterhütte bohrte man in einer Kupfergrube in weissem Quarze mit gelbem Kupfererze und Kies in 8 Stunden mit 30 bis 40 Bohrern 2 Ellen tief; in einer anderen, wo das Erz in mittelmäsig festem

*) 1 schwed. Fus (nach Hülsse) = 0,296901 mètre.

Digitized by Google

Granit mit grosen Flintnieren lag, 3 bis höchstens 4 Ellen, auf die Elle mit 10 bis 12 Bohrern.

26) *f)* Versuche mit Meiselbohrern gegen die früheren Bohrer mit kolbigen Köpfen (S. §. 12 d. Abthlg. S. 349.) — für welche obige Angaben gelten, bei der Ritterhütte angestellt — gaben statt obiger 2 Ellen, 4 Ellen mit 14 Bohrern, in der neuen Kupfergrube aber 6½ Ellen mit 18 Bohrern, wo sonst 3 bis 4 Ellen mit 10 bis 12 Bohrern, daher die Leistung noch einmal so gros war.

27) In Schemnitz in Ungarn hat ein Häuer in Grünsteinporphyr und auf Gängen in der achtstündigen Schicht 16 bis 30 wien. Zoll*) mit ¾ Zoll kleinster Bohrlochsweite zu bohren.

28) In Bajutz in Siebenbürgen bohren zwei Mann, zweimännisch in Grauwacke und in der quarzigen kieshaltigen Gangmasse in der achtstündigen Schicht 2 bis 3 Löcher von 12 bis 18 Zoll Tiefe.

29) In Poullaouen in Frankreich, auf einem quarzigen Bleiglanzgange, schlug und besetzte ein Häuer in 12 Stunden 3 Löcher von 0,4 mètre Tiefe. (Vergl. Journal des mines t. XXI. (1807.) S. 27.)

30) Zu Huelgoat in Frankreich, ebenfalls in glanzführender quarziger Gangmasse, brauchte gegentheils ein Häuer oft 12 Stunden und 50 Stück Bohrer, um ein 0,4 m. tiefes Loch zu bohren. (J. f. m. t. XXI. p. 93.)

31) Bei dem Eisenerzabbaue auf der Insel Elba wird dreimännisch, in Eisenglanz, Brauneisenstein, Glimmerschiefer, 2 bis 2¼ Zoll stark, in 6 Stunden 2¼ bis bis 2½ Fus tief gebohrt; (in 1 Min. 4 bis 5 Schläge.) (Karsten u. v. Dechen, Archiv für Miner. Bd. XV. (1840.) S. 416.)

32) Auf den Steinkohlenwerken bei Dresden kann ein Häuer *a)* in Steinkohlen ein einmännisches 20 Zoll tiefes Loch in ½ Stunde schlagen, 24 Zoll in ¾, 30 bis 36 Zoll in 1¼ Stunde. Zum Besetzen und Wegthun braucht er ½ bis ¾ Stunde.

*) 1 wien. Fus = 0,3161109 mètre.

Digitized by Google

b) In einer vierstündigen Arbeitsschicht kann er 3 Löcher von circa 20 Zoll Tiefe schlagen, besetzen, wegthun und beräumen.

33) *c*) Im Thonstein des Rückengebirges kann ein Mann in der achtstündigen Schicht 3 Löcher bohren, besetzen, wegthun und beräumen.

34) *d*) Im mergelichen Sandsteine des Untergebirges kann er in der Schicht 2½ Bohrlöcher von durchschnittlich 22 Zoll Tiefe schlagen, besetzen und wegthun, oder 2 Löcher und noch mit Schlägel und Eisen beräumen.

35) *e*) Im Thonstein ebendaselbst, (auf den Werken zu Gittersee,) wurden von einem Manne in 8 Stunden 3 Löcher zu 18 bis 24 Zoll Tiefe gebohrt, besetzt und weggethan.

36) Bei dem Kohlenbergbaue bei St. Etienne in Frankreich ist 1 Fus zu bohren mit 25 centimes verdingt; da nun das Lohn für die zwölfstündige Schicht 3 bis 3½ Francs beträgt, so wird jene Bohrarbeit bei 10½ Arbeitsstunden = $^{21}/_{28}$ Stunden bezahlt. (Vergl. Karsten und v. Dechen, Arch. f. Min. Bd. XVII. (1843.) S. 124.)

37) In den Marmorbrüchen zu Ruskiala in Finnland bohren 2 Mann in einer Tagesarbeit im Sommer 4,62 mètres, im Winter 3,55 m. tief bei 0,04 m. Durchmesser; in sehr festen Massen aber oft nur 0,35 m. tief. (Annuaire du journal des mines de Russie, année 1839. p. 70. 71.)

38) In den Kalksteinbrüchen bei Belfast in England bohren 2 Mann mit 1⅝ und 2 Zoll breiten Bohrern in ½ Stunde 1 Fus tief. (Polyt. Centralblatt Jahrg. VI. (1840.) Bd. I. S. 543.)

39) Bei dem Steinsalzbergbaue zu Hall in Tirol werden in Kalkstein, Gips, derbem Steinsalz u. dgl. von einem Häuer in der zwölfstündigen Schicht 4 bis 5 Löcher zu 1 Zoll Weite, 9 bis 10 Zoll Tiefe gebohrt und weggethan. (Karsten und v. Dechen, Arch. f. Min. Bd. XV. (1840.) S. 623.)

40) Bei dem Alaunbergbaue zu Tolfa bohren 3 Mann in einer Schicht 3 Löcher zu 0,67 m. Tiefe, besetzen und thun weg. (Annal. d. min. t. I. (1817.) p. 327.)

Digitized by Google

41) Vor dem Orte jenseits des neunten Lichtloches des Segen Gottes Stolln's zu Sangerhausen bohrte ein Häuer im pelzigen Gips ein 1 einmänn. Loch 1 $\frac{1}{2}$ rhein. Zoll weit (mit 1 Zoll breitem Bohrer,) in 1 $\frac{1}{4}$ Stunde.

42) An einem anderen Punkte daselbst bohrte man ehemals in der achtstündigen Schicht mit Kronenbohrern im Gipse in 4 bis 5 Stunden 16 bis 18 Zoll Loch; mit Meiselbohrern hingegen 2 Löcher zu 12 bis 14 Zoll, incl. Besetzen und Wegthun.

43) Bei den Sprengungen der Felsen des Bingerloches im Rheine wurden (nach Van den Bergh a. a. O. S. 72.) mit Bohrern von 2 Zoll gröster Breite, 7 bis 9 Fus Länge, unter dem Wasser durch 5 Mann im günstigsten Falle in einer Stunde 2 Zoll gebohrt.

44) Bei dem freiberger Bergbaue kann man annehmen, dass durchschnittlich ein einmännisches Bohrloch von 16 bis 18 Zoll Tiefe, mit 5 Loth Pulverbesetzung vor Oertern von gewöhnlicher Höhe und Weite 2 bis 4 Kübel Haufwerk (à 2500 Leipz. Cub.-Zoll) wirft, in Förstenbauen 5 bis 6 Kübel; bei groser Weite und gutem Ausschrame jedoch öfters weit mehr. (Vgl. Kalender für d. sächs. Berg- u. Hütten-Mann auf d. J. 1835. S. 10.)

45) Auf Churprinz Erbst. warf ein einmännisches Loch genannter Gröse und Ladung durchschnittlich 1 bis 1,8 Cub.-Fus anstehendes Gestein (1 Fus à $\frac{2}{7}$ mètre) bei 24 bis 28 Zoll tiefen Löchern und $\frac{1}{2}$ bis 1 $\frac{1}{2}$ Lr. tiefem Verschrämen, aber auch bis 16 Kübel; ein anderthalbmännisches, von 1 $\frac{3}{10}$ Zoll kleinster Weite, 18 bis 22 Zoll Tiefe, mit 6 bis 8 Loth Ladung, in Abbauen 2 $\frac{1}{2}$ bis 3 Cub.-Fus.; ein zweimännisches von 2 Zoll Weite und 30 Zoll Tiefe und mit 16 bis 20 Loth Pulver besetzt, mindestens 6 bis 8 Kübel, nach gehöriger Verschrämung vor $\frac{3}{4}$ bis 1 Lr. hohen, gut frei gemachten Förstenstösen 15 bis 38 Kübel, ja in einzelnen Fällen, bei groser Weite des Baues 50 bis 60 Cub.-Fus = 100 Kübel Haufwerk.

46) Auf Segen Gottes zu Gersdorf im freiberger Revier kam auf den dortigen mächtigen, nicht festen

Gängen früher selbst der Fall vor, dass ein zweimännisches Loch 9 bis 13 Fuhren à 18 Kübel hereinwarf.

47) Im Zwitterstocks-Granit zu Geier in Sachsen wirft ein 16 Zoll tiefes Loch mit 4 Loth Pulver oft 3 bis 4 Cub.-Fus.

48) Im Anfange der Einführung des Schiesens wurde auf den mächtigen Zwittergangzügen zu Ehrenfriedersdorf in Sachsen der Gang im Hangenden oder Liegenden hereingefeuert, und dann der mittlere nachgeschossen; mit 1 Pfund Pulver in zweimännischen Schüssen gewann man 20 bis 30 Centner.

49) Auf dem Bacherstolln in Schemnitz wurde in einem Förstenbaue bei 1 Lr. weiten, ½ Lr. hohen Stösen zuweilen mit acht 24 bis 27 Zoll tiefen einmännischen Löchern der ganze Stos von 73½ Cub.-Fus Inhalt hereingeschossen.

50) Bei dem Abbaue von Thoneisenstein im Kressenberge in Baiern warf ein Schuss von etwas über ½ Pfund Pulver wohl 20 bis 24 Centner Stein heraus. (M. Flurl, Beschreibung der Gebirge von Baiern und der oberen Pfalz, München 1792. S. 194.)

51) Bei dem Abbaue auf dem 8 mètres mächtigen Bleiglanz-Gange (Stocke?) zu Pesey in Frankreich warf ein 0,3 bis 0,5 m. tiefes Loch mit 0,06 bis 0,9 Kil. Pulver auf 0,022 cubm. Masse. In der Gangmasse von Braunspath, Quarz, Schwerspath, Gips u. s. f. bohrte ein Häuer in 8 Stunden 2 solcher Löcher von 0,03 m. Weite.

52) Auf den fiscalischen Steinkohlengruben bei Dresden bringt ein einmännisches 24 bis 30 Zoll tiefes Bohrloch mit ¼ Pfund Pulver in einem 2 Lr. breiten Kohlorte nach erfolgtem Schrämen über die ganze Breite und Schneiden des Oberhanges, 20 bis 30 Scheffel (à 0,10733 cubm.) Kohlen herein.

In der Strosse, ebenfalls nach erfolgtem Schneiden, 20 bis 25 Scheffel.

53) Bei einem Durchschlage zweier gegen einander getriebenen Kohlörter, nachdem die eine Ulme durch einen 2 Lr. langen Schnitt getrennt war, brachte ein 36 Zoll tiefes Loch mit 20 Loth Pulver sogar 80 Scheffel Kohlen herein.

Digitized by Google

54) Gewöhnlich, vor 1¼ bis 1½ Lr. weiten Oertern, werfen 6 bis 8 Loth Pulver im unterschrämtem Oberhange 11 bis 15 Scheffel, in der Strosse 14 bis 18 Scheffel, bei minderer Weite noch weniger, daher bei nicht verschrämten Kohlen und sonst ungünstigen Umständen auch nur bis 3 Scheffel.

55) Im Thonsteine des Rückengebirges bringt vor einem ½ bis ¾ Lr. weiten Orte ein 20 bis 24 Zoll tiefes, mit 8 Loth Pulver geladenes Loch im günstigen Falle 24 bis 30 Cub.-Fus Berge; in der Schicht gewinnt man mit 3 Löcher 70 bis 80 Cub.-Fus.

56) Im mergelichen Sandsteine des Untergebirges wirft ein solcher Schuss bei 4 Fus Ortsweite beim Neinbruche 5 bis 8 Cub.-Fus Berge herein, die folgenden 10 bis 12 Cub.-Fus.

57) Bei dem Steinkohlenbergbaue zu Prevali in Steiermark ist die Leistung eines Häuers in 24 Fus hohen, unten 18 Fus weiten Strecken, denen an der Förste ein kleines Kohlort vorausgeht, von welchem aus man die Strossen nachtreibt, seitwärts schlitzt und mit einzelnen starken Schüssen gewinnt: in der achtstündigen Schicht 30 bis 33 wien. Centner (à 56 Kilogr.) bei dem 7 Fus hohen 6 Fus weiten Ortsbetriebe 17 bis 20 Centner. (S. Jahrbuch der montanistischen Lehranstalt zu Vordernberg Jahrg. I. (1841.) S. 75.)

58) Bei dem Steinkohlenbergbaue zu Voitsberg und Lankowitz mit 3 bis 6 Lr. hohen, 3 bis 4 Lr. breiten, oben 2 bis 4 Fus weiten Strecken, bei denen ebenfalls in der Förste ein 5 Fus hohes Vorort vorausgeht, die übrige Höhe in 3 Fus hohen, 9 Fus langen Strossen, durch Schlitzen von 3 zu 3 Fus, Herein-Keilen und Schiesen nachgerissen wird, wirft ein Schuss mit 7 bis 20 Loth Ladung oft 120 Centner. Die Leistung eines Häuers pro Schicht ist circa 30 Ctr. (A. a. O. S. 83.)

59) Bei den Steinsalzgruben zu Wieliczka sprengt ein Häuer beim Streckenbetriebe mit einem zweimännischen 0,35 Kl. tiefen, mit ¼ Pfund Pulver geladenen Loche einen rings herum verschrämten Steinsalzspiegel

Digitized by Google

von 1,225 Kl. Höhe und 0,45 Cub.-Kl. Inhalt. (1 wien. Kl. = 1,8966657 mètre.)

60) Zwei Häuer geben in einem Monat durchschnittlich 6 Streckenspiegel ab. (Vgl. Hrdina Gesch. d. Wiel. Sal. S. 182. 183.)

61) In Bochnia ist die Gewinnungsweise und Leistung dieselbe, jedoch soll nach Schultes, (in Gehlen, Journal für die Chemie und Physik, Bd. II. (1806.) S. 169.) ein Häuer in der Woche 2 Spiegel abgeben. (?)

62) Bei dem Steinsalzbergbaue zu Dieuze in Frankreich werfen 2 einmännische Löcher von 0,045 m. Weite und 1,2 m. Tiefe, zusammen mit 1 kilogr. Pulver geladen, beim Nachreissen der Strosse meist 5 cub. m. Salz (Annales des mines. 3. sér. t. VI. (1834.) p. 148.) Die Strecken sind 6 m. breit, 4,2 m. hoch.

63) In den Kalksteinbrüchen bei Plymouth sprengte man mit bis 21 Fus tiefen, unten noch $1\frac{5}{8}$ Zoll weiten Bohrlöchern zu 15 Pfund Ladung, gewöhnlich mit 1 Centner Pulver 120 bis 160 Centner Gestein. (Mining review vol. IV. (1838.) p. 96.)

64) Bei der Anlage einer Küstenstrase in Irland sprengte man durchschnittlich mit 2 Loth Pulver 27 C.-F. Kalkstein. (Polyt. Centralbl. Jahrg. 1840. Bd. I. S. 542.)

65) Ebendaselbst gewann man (nach Combes traité de l'exploitation des mines t. I. p. 290 et s.) mit einem $13\frac{1}{2}$ Fus tiefen, unten noch $2\frac{1}{2}$ Zoll weiten dreimal geladenen Bohrloche mit zusammen 200 Pfund Pulver 400000 kilogr. Stein.

66) In den Steinkohlengruben zu Bonchamp gewinnt man nach vorgängigem Schrämen mit 0,125 kil. Pulver 4 cub. m. Steinkohle. (Combes a. a. O.)

67) Nach Bourgoyne gewinnt man in den Granitbrüchen bei Kingston in England mit 75 Pfd. Ladung in einem Loche von $5\frac{1}{2}$ engl. Zoll Weite und 19 Fus 7 Zoll Tiefe 1200 Cub.-Yard = 32400 Cub.-Fus Gestein. (Combes p. 291.)

68) Bei der Anlage der Eisenbahn von Neuyork nach Harlaem in Nordamerika wurde beim Betriebe eines Tunnels von 18 Fus Höhe und 20 Fus Weite durch

Digitized by Google

Gneus mit 6 Fus tiefen, 4 Zoll weiten Löchern geschossen, denen man 3 Fus tief (also 12 bis 14 Pfund,) Pulver gab. Diese Ladung warf 30 bis 40 Centner Gestein; (also nicht eben viel). (Bergwerksfreund Jahrg. 1839. Bd. I. S. 147.)

69) Bei den mehrerwähnten Sprengungen im Rheine bei Bingen, mit je vier Löchern gleichzeitig in c. 3 Fus Entfernung von einander, warf durchschnittlich 1 Schuss mit 0,69 preuss. Pfund Pulver 4½ Cub.-Fus Quarzfels (Van den Bergh a. a. O. p. 74.) welche Leistung an und für sich über Tage nicht eben gros ist, was jedoch wohl von dem unter Wasser unvollkommenen Verschlusse herrührte.

70) Bei der Anlage des Delaware-Canales in Nordamerika sprengte man mit 100 engl. Pfund Pulver 400 C.-Yards = circa 12000 Centner Gestein auf ein Mal. (Dingler polyt. Journal. Bd. XXXIV. (1829.) S. 77.)

71) Bei der ebenfalls mehrerwähnten Sprengung der Round-Down Klippe in England (Kreidefelsen,) warfen 18000 engl. Pfund Pulver in drei gleichzeitig entzündete Ladungen vertheilt (291666 Cub.-Yards) ohngefähr 5833320 Ctr. Gestein*). (Dingler, pol. Journ. Bd. LXXXVII. (1843.) S. 462.)

§. 74. Angaben über Aufwand verschiedener Art, beim Bohren und Schiesen, zugleich noch mit einigen über Leistungen.

1) Bei dem freiberger Bergbaue braucht man durchschnittlich auf 1 einmännisches Bohrloch 4 Stück Lehmwolgern zu 6 Zoll Länge; 1 Fuhre Lehm zu 18

---

*) Der Ueberschlag soll dabei so gestellt gewesen seyn, dass der Cubus der kürzesten Linie des Widerstandes in Fusen die nöthige Pulvermenge in Lothen gab, was aber mit den gegebenen Ladungen derselben nicht zusammenpasst.

Hätte man diese Masse mit zweimännischen Schüssen zu ½ Pfd. Ladung gewinnen wollen, und jeder durchschnittlich 12 Cub.-Fus Gestein geworfen, so dürften hierzu wahrscheinlich 656250 Schüsse, 328125 Pfd. Pulver und eben so viel achtstündige Schichten zu 2 Mann nöthig geworden seyn!

Kübel giebt 120 Schock Wolgern. Auf 4 einmännische Bohrlöcher sind 5 Schilf-Zünder zu rechnen.

2) In den Jahren 1838 und 1839 verbrauchte man auf 1 Pfund Pulver: 5,89 Stück Patronenhülsen, 8,07 Zünder, 5,87 Schwefelmännchen, 5,21 Schiespfropfe und 22,4 Stück Wolgern. (Kalender für d. sächs. Berg- u. Hüttenmann. Jahrg. 1842. S. 115.)

3) Bei dem Anschlage zu dem tiefen meissener Elbstoll'n wurden auf 1 Mann jährlich 8 Fäustel- und wöchentlich 2 Eisen-Helme gerechnet. (Kalender f. d. s. Berg- u. Hütten-M. Jahrg. 1835. S. 10.)

4) Eine kupferne einmännische Räumnadel hält 560 bis 800 Besetzungen aus; eine eiserne, auch ohne Anwenduug von Schiesröhrchen, früheren Erfahrungen nach, mindestens 10000.

5) Ein Spankorb voll Moos, von etwa 800 Cub.-Zoll Inhalt, giebt 60 bis 70 Pfropfen für die Besetzung mit Schiesröhrchen.

6) In Freiberg erhält gemeiniglich jeder Häuer für die achtstündige Schicht zwei Sätze Bohrer zu 3 Stück, mit denen er 2 Löcher von 14 bis 18 Zoll Tiefe zu schlagen pflegt, oft verschlägt er dieselben dabei nicht ganz, zuweilen reichen sie nicht hin. (Vgl. darüber weiter unten.

7) So verbrauchten z. B. beim Betriebe des rothschönberger Stolln's im Jahre 1845 beim Abteufen des fünften Lichtloches und vor 9 Röschenörtern im sienitartigen Gneuse 48 Mann, in 2 zwölfstündige Schichten vertheilt, in 24 Stunden 11 bis 1200 Stück Bohrer, also 1 Mann 24 Bohrer; jeder Mann bohrte in 12 Stunden 3 höchstens 4 Löcher.

8) Ebenso brauchte bei dem Betriebe des Tunnels bei Oberau, für die Leipzig-Dresdener Eisenbahn-Anlage 1 Mann auf ein 1⅛ bis 1 Zoll weites Loch im grobflaserigen, granitartigen Gneuse, wohl 6 Bohrer; zu 5 bis 6 dergl. Löchern im Plänerkalk aber nur 1 Bohrer.

9) Im Quarzporphyr des altenberger Zwitterstockes mit vielem Chlorit gemengt, von Quarz-Körnern und Trümern durchzogen, mit Zinnstein, Kupfer-, Schwefel-

Digitized by Google

Arsenik-Kies und Eisenglanz, reichen bei geringer Festigkeit zu 12 bis 14 Zoll Loch 3 bis 6 Bohrer hin; bei gröserer Festigkeit sind 10, 15, 20, ja 30 Bohrer dazu nöthig, bei mittlerer Festigkeit werden auf 10 bis 15 Zoll Tiefe 5 Bohrer verschlagen.

10) Auch auf dem Eisensteingange im Rothenberge bei Schwarzenberg werden auf 1 zweimännisches Loch manchmal bis 20 Bohrer verschlagen.

11) In dem (milden) Grünsteinporphyr zu Nayag in Siebenbürgen bohrt 1 Bohrer 6 bis 9 Löcher von 6 bis 12 Zoll Tiefe.

12) In Bajutz in Siebenbürgen werden in der Grauwacke auf ein zweimännisches, aber nur 1¼ Zoll weites, 12 bis 18 Zoll tiefes Loch wohl 15, 20, 30 ja 40 Bohrer verschlagen.

13) In Schemnitz, in festerem Grünsteinporphyr, rechnet man auf einen Mann 15 Stück Bohrer, die aber für mehrere Löcher hinreichen.

14) Bei dem Abbaue des Lagers im Rammelsberge bei Goslar (Kupfererz, Bleiglanz, Gips, Thonschiefer u. s. f.) erhielten (nach Freiesleben, Bemerkungen über den Harz, Thl. I. S. 449.) die Häuer für jede Schicht 64 Stück Kolben- und Meisel-Bohrer; — auf 16 bis 20 Zoll Loch wurden zuweilen 50 Kolbenbohrer verschlagen, ja auf manche Löcher gegen 150. (A. a. O. S. 446.) Nach F. W. H. v. Trebra, Erfahrungen über das Innere der Gebirge, S. 102. sollen daher auf 1 Lr. Ortslänge schon bis 6000 Bohrer verbraucht worden seyn.

15) Auch bei dem Eisensteinbergbaue am Büchenberge am Harze, (Rotheisenstein, Brauneisenstein mit Kalk,) werden (nach Karsten, Arch. f. Bergb. Bd. IV. (1821.) S. 239.) auf 36 Zoll Bohrloch oft 100 bis 150 Bohrer verschlagen, (welches Loch übrigens wenigstens 26 Cub.-Fus Eisenstein wirft.)

16) Nach dem Bergkalender auf d. J. 1835. S. 1. kommt in Freiberg im Gneus- und Gang-Gestein, im Allgemeinen, der Preis des Gedinges für Lohn und Pulver in Thalern, der verbrauchten Anzahl Pfund Pulver gleich; im nördlichen Theile des Revieres ist aber das

Digitized by Google

Verhältniss = 1 : 1¼; nur selten sinkt es, wo viel geschrämt wird, auf 1 : ⅔, oder gar 1 : 0,½, eben so selten steigt es auf 1 : 1⅓.

17) Bei dem Betriebe des tiefen Georg-Stolln's auf dem Harze fand (nach Karsten und v. Dechen, Archiv für Min. Bd. XIV. (1840.) S. 486.) in Grauwacke und Thonschiefer dasselbe Verhältniss statt, d. h. dass der Aufwand an Pulver so viel Pfunde betrug, als das Gedinggeld Thaler; freilich excl. Geleuchte.

18) Im johanngeorgenstädter Reviere in Sachsen, namentlich im kurzklüftigen, von Quarz-Brocken und Trümern durchzogenen Glimmerschiefer, in Granit u. dgl. kommt auf den Thaler Gedingpreis 1⅓, 1½, selbst 2 Pfd. Pulver, nicht selten noch mehr, da die Gedinge niedrig sind.

19) In dem annaberger Revier, — (Gangbergbau in Gneus) — kommt nur bei den höchsten Gedingen auf den Thaler Gedingpreis 1 Pfd. Pulver, öfter nur ⅔, durchschnittlich ⅘.

20) Bei Veranschlagung des meissener Elbstolln's wurde durchschnittlich auf 1 Cub.-Elle Gestein 0,98 bis 1 Pfund Pulver gerechnet.

21) Auf Churprinz Erbst. in Freiberg erforderte 1835 im Mittel aus 6 Förstenbauen von 0,4 bis 0,6 Lr. Gangmächtigkeit, in Quarz, Schwerspath mit Bleiglanz, Fahlerz u. s. f. 1 Cub.-Lr. anstehende Masse 38,27 Pfd. Pulver und 116 achtstündige Schichten.

22) Ebendaselbst 1836 der dritte Gezeugstrecken-Betrieb im Quergestein, bei 1,2 Lr. Höhe und 0,5 Lr. Weite, 1 Cub.-Lacht. 40,3 Pfund Pulver und 114⅓ Schichten.

23) Beim Betriebe des zehnten Gezeugstreckenortes im Quergestein, von 1,2 Lr. Höhe und 0,7 Lr. Weite erforderte 1 C.-Lr. 47,9 Pfd. Pulver und 143,6 Schichten.

24) Bei dem Betriebe des Kunstschachts- und des Treibeschachts-Abteufens daselbst von 1,8 Lr. Länge und 0,85 Lr. Weite, auch im Quergestein, kamen auf 1 C.-Lr. 35,25 Pfd. Pulver und 105,5 Schichten.

25) In zwei Förstenbauen auf dem Gottlob Mor-

Digitized by Google

gengange auf Himmelfahrt s. Abraham Fdgr. im freiberger Revier über fünfter und dritter Gezeugstrecke kamen bei 0,6 u. 0,4 Lr. Weite auf das Cub.-Lr. auf dem einen: 10,148 Pfund Pulver und 49,78 Schichten; auf dem anderen: 10,759 Pfund Pulver und 55 Schichten.

26) Der Durchschnitt aus 207,58 Quadrat- (= 162,0455 Cubic-) Lachtern, welche in den Förstenbauen von acht verschiedenen freiberger Gruben bei 0,5 bis 1 Lr. Mächtigkeit ausgehauen worden waren, gab pro □Lacht. 17 Pfd. 11 Loth Pulveraufwand und 5 Pfd. 7,15 Loth Stahlabgang.

27) Endlich kamen 1839 beim Abteufen des Kunst- und Treibe-Schachtes von Himmelfahrt s. Abraham Fdgr., dem Gange folgend, und von 4 Lr. Länge und 1 Lr. Weite, auf 1 Lr. Teufe 127,05 Pfund, also auf 1 Cub.-Lr. 31,762 Pfund Pulver und 63,38 Schichten. Bei dem Abteufen des David Richtschachtes ebendaselbst im Quergestein, bei 3,6 Lr. Länge und 1 Lr. Weite auf 1 Lr. Teufe 106,9 Pfund Pulver, also auf 1 Cub.-Lr. 29,694 Pfund, und 59,296 Schichten.

28) Bei Versuchen vor Oertern von gewöhnlicher Weite und Höhe im freiberger Revier überhaupt, wurden nach dem Bergkalender auf 1835 S. 13 auf ein einmännisches Bohrloch 0,632 bis 2,437 Stück Bohrer, und 0,204 bis 0,611 Stück Eisen verschlagen; mit 0,657 bis 2 Loth Stahlabgang, je nach der Art des Stahles.

29) Auf Churprinz Erbst. konnte man hingegen auf ein zweimännisches Loch: 6 Stück verschlagene Bohrer, 14 Loth Stahl- und ½ Pfd. Eisen-Abgang rechnen.

30) Im altenberger Zwitterstocke kamen bei mittlerer Gesteinfestigkeit auf 1 Lr. Ortsbetrieb von 1 Lr. Höhe und 0,5 Lr. Weite 102 achtstündige Schichten, 204 Löcher von 10 bis 15 Zoll Tiefe, 1020 Stück verschlagene Bohrer, 2 Schock Bergeisen und 18 Pfd. Pulver.

31) Im Durchschnitte aus einer Anzahl Oertern von 0,75 bis 1,25 Höhe und 0,5 bis 0,8 Weite in johanngeorgenstädter, schwarzenberger und eibenstocker Revier kamen in den Jahren 1835 — 37, auf die Gewinnung von 1 Cub.-Lachter *a*) auf Erzgängen:

48 Pfd. Pulver, *b*) auf dem Eisensteingange am Rothenberge 101 Pfd., *c*) auf Erzlagern 41,1 Pfd., *d*) im Glimmerschiefer u. dgl. 30,83 Pfd., *e*) im Granit 47 Pfd. Pulver.

32) Im Jahre 1643, als dem ersten der Einführung des Schiesens bei dem freiberger Bergbaue wurde daselbst 1 Zoll zweimännisch zu bohren mit 5 Pfg., 1644 durchgängig mit 4⅛ Pfg. bezahlt (40 Zoll 16¼ gr.). Da nun ein Doppelhäuer für 5 Schichten 22 gr. Wochenlohn erhielt, so wurden 54 Zoll = 5 Schichten bezahlt.

33) Das Verhältniss der Kosten des Aushiebes von 1 Quadratlachter bei dem sächsischen Bergbaue vor Oertern in Abteufen und Ueberhauen: Försten und Strossen, ist, auf mächtigen Gängen = 1 : 1½ : ⅓ bis ½; auf schmalen, also gewöhnlicher = 1 : 1½ : ⅔ bis ¾. (Kal. f. d. sächs. Berg- u. Hütten-Mann. Jahrg. 1835. S. 16.)

34) Auf dem Harze wurden (nach Karsten und v. Dechen, Arch. f. Min. Bd. XIV. wo sich überhaupt noch mehrere von Böbert gesammelte, hieher gehörige Angaben finden) S. 486.) beim Abteufen des Neuen Silbersegener Richtschachtes auf dem Rosenhöfer Zuge, bei 3½ Lr. Länge und 1⅛ Lr. Weite auf 1 C.-Lr. 23⅔ Pfund Pulver verbraucht, zu einer anderen Zeit (1822) 25 Pfund.

35) Beim Abteufen des Georg Wilhelm'er Gesenkes in quarziger Gangmasse auf der Grube Lorenz und Georg Wilhelm (bei 3½ Lacht. Länge und ¾ Lacht. Weite) auf 1 Cub.-Lr. 30,476 Pfund.

36) Bei dem Betriebe des tiefen Wasserstrecken-Ortes auf der Grube Caroline, von 1½ Lr. Höhe und 1 Lr. Weite, auf 1 Cub.-Lr. 48 Pfund Pulver und 96 Schichten.

37) Beim Abteufen des Caroliner Kunst- und Treibe-Schachtes, bei 4 Lr. Länge und 1½ Lr. Weite, kamen auf 1 Cub.-Lr. 23⅓ Pfund. (Karsten, Archiv f. Bergb. Bd. V. (1822.) S. 115.)

38) In einem 1807 auf dem Pfaffenberge, am Harze, im Erze abgesunkenen Schachte von 3 Lr. Länge und 2½ Lr. Weite kamen auf 1 Cub.-Lr. 14 Pfd. Pulver und 75 Schichten.

Digitized by Google

39) Nach Sandel, in den mehrgenannten schwed. Abhandlungen Bd. XXXI. S. 301. wurden bei dem Betriebe im grosen Kupferberge in Schweden auf ¼ Elle Bohren: im Talk und Glimmer 1 bis 2 (kolbige) Bohrer verschlagen; im Feldspath, Quarz und Granit 5, 6 bis 8; in eisenschüssigem Schwefelkiese mit Blende, in festem Quarze, Kalk und schwarzem Hornstein 12, 16 bis 20 Bohrer.

40) Nach Hausmann, Reise durch Scandinavien, Thl. IV. (1816.) S. 91. wurden in den Eisensteingruben zu Danemora auf 1 Cub.-Lr. beim Sprengen auf den Strossen, im südlichen Felde 15 Pfund Eisen, 2¾ Pfd. Stahl, 9 Pfd. Pulver; im mittleren Felde 10 Pfd. Eisen, 2 Pfd. Stahl, 8 Pfd. Pulver; und im nördlichen 15 bis 20 Pfd. Eisen, 3 bis 3¾ Pfd. Stahl und 12 bis 15 Pfd. Pulver verbraucht*). Hierbei verhielten sich die Gedinge pro Cub.-Lr. auf den Strossen gegen die beim Absinken = 1 : 2.

Auf 60 Cub.-Lr. wurden 4 Buch Papier, 5 Pfund Schwefel, 4 Pfd. Talg und 1½ Pfd. Garn (zu Schwefelmännchen) verwendet.

41) Zu Sala in Schweden (a. a. O. S. 292.) rechnete man beim Abbaue des dortigen Erzlagers (Bleiglanz und Blende in Kalk), auf 1 Cub.-Lr. Strosse höchstens 30 Tagewerke, 48 Löcher zu 24 Zoll Tiefe, 15 Pfd. Pulver, 7 Pfd. Eisen und 4 Pfd. Stahl, auf 1 Cub.-Lr. Ort und Absinken das Doppelte.

42) In der Garpenberger Kupfergrube (S. S. 335.) wird in geräumigen Abbauen, (auf Kupfer und Schwefel-Kies, zuweilen mit Bleiglanz und Blende,) auf die Gewinnung von 1 Cub.-Lr. 4 Ellen Bohrloch und 14 Pfd. Pulver gerechnet; in engen Abbauen hingegen 63 Ellen Bohrloch und 17 Pfund 23 Loth Pulver.

43) Zu Fahlun in Schweden kam (nach Hausmann, Thl. V. S. 101.) auf 1 Cub.-Lr. Ort und Abteufen 15 bis 25 Pfd. Pulver, eben so viel Eisen und 5 bis

*) 1 Pfund (nach Hülsse) = 0,4253395 kilogramme, 1 Lachter = 0,9 freiberger.

7 Pfd. Stahl; auf 1 Cub.-Lr. Strosse nur 6 bis 20 Pfd. Pulver, 9 bis 10 Pfd. Eisen und 3 bis 4 Pfd. Stahl.

44) Nach Böbert (in Karsten und v. Dechen, Arch. f. Min. Bd. XIV. S. 490.) wurden 1835 bei dem Kobaltbergbaue zu Modum in Norwegen auf einer mehrere Lachter breiten Tagestrosse in mildem Gneuse, mit ein- und zweimännischem Bohren und mit Schlägelarbeit in 4 Wochen 0,703 Cub.-Lr. gewonnen, dazu 2100 Zoll in 92 Löchern gebohrt, 330 Bohrer geschärft, 25 verstählt und $25\frac{1}{8}$ Pfund Pulver verwendet.

Auf festem Quarzgestein daselbst mit zweimännischen Schüssen 1,3535 Cub.-Lr. gewonnen, dazu 3420 Zoll in 156 Löchern gebohrt, 780 Bohrer geschärft, 57 verstählt und $38\frac{1}{2}$ Pfund Pulver verschossen.

45) Nach Böbert, (in Karsten, Arch. f. Bergb. Bd. XIII. (1826.) S. 50.) wurden *a*) auf der Preuss. Hoheit'er Revier im Mansfeldischen, im Durchschnitte der Jahre 1800 bis 1802 auf die Gewinnung von 1 Fuder Kupferschiefer à 48 Centner, wobei freilich das Schiessen nur Hülfsarbeit war, durchschnittlich verwendet 1 Pfd. $6\frac{5}{24}$ Loth Pulver, 1 Pfd. $12\frac{11}{12}$ Loth Stahl und 1 Pfd. $16\frac{23}{24}$ Loth Eisen.

46) *b*) Beim Abteufen in sehr festem dichten Gipse ergab sich durchschnittlich aus 3 Schichten bei $1\frac{5}{8}$ Lr. Länge und $\frac{3}{4}$ Lr. Weite der Aufwand auf 1 Lr. Abteufen $77\frac{1}{3}$ Pfd. Pulver, $10\frac{1}{2}$ Pfd. Stahl und 33 Pfd. Eisen, also auf 1 Cub.-Lr. 55 Pfd. Pulver, 7,467 Pfd. Stahl und 23,455 Pfd. Eisen.

47) *c*) Zu einem Lr. Abteufen in einem dieser Schächte gehörten 190 bis 200 Schüsse von 18 bis 20 Zoll Tiefe, oder 220 bis 240, von 15 bis 19 Zoll Tiefe.

48) *d*) Beim Betriebe einer Strecke von $1\frac{1}{8}$ Lr. Höhe und $\frac{3}{8}$ Lr. Weite, im Rothliegenden, wurden (S. a. a. O. S. 56.) auf 1 Lr. Länge verwendet, 48 sechsstündige Schichten, $40\frac{1}{4}$ Pfund Pulver, $5\frac{3}{4}$ Pfund Stahl und $13\frac{1}{4}$ Pfund Eisen, also auf 1 Cub.-Lr. 113,78 Schichten, 95,407 Pfd. Pulver, 13,63 Pfd. Stahl und 31,474 Pfund Eisen.

Digitized by Google

49) Auf der Grube Huel Friendship in Devonshire wurde (nach den Annales des mines, 3. sér. t. V. (1834.) p. 349.) beim Absinken eines 8 engl. Fus weiten und 9 Fus langen Schachtes im Thonschiefer p. fathom (à 6 Fus) 80 Pfd. Pulver verbraucht, also p. cub. fathom 40 Pfund.

50) Bei dem oben (§. 73. Nr. 18.) erwähnten Magneteisensteinabbaue zu Presnitz in Böhmen wirft zuweilen ein Schuss von 20 bis 27 Zoll Tiefe, in 0,8 bis 1,3 Lachter weitem Förstenbaue, durch die alle 1 bis 1½ Elle übersetzenden Klüfte unterstützt, bis 16 Cub.-Fus.

51) Bei dem Bergbaue zu St. Bel in Frankreich — Kupferkies von Thonschiefer durchzogen, im Thonschiefer, — brauchte man zur Gewinnung von 1 cub. m. Gestein, (nach den Ann. des mines, 3. sér. t. XV. (1839.) p. 512.) beim Streckenbetriebe von 1 m. Weite und 2 m. Höhe 0,64 Kil. Pulver, 0,15 Kil. Papier und 3,2 Schichten; an einem anderen Orte daselbst 0,46 kil. Pulver, 0,1 kil. Papier und 2,27 Schichten; in Abbauen mit breitem Blick aber, mit 1,58 m. hohen Stösen 0,27 kil. Pulver, 0,08 kil. Papier, 1,89 Schichten, wobei freilich die Häuer die Zimmerung besorgen müssen.

Von der Gesammtheit der Durchschnittskosten bilden die Löhne ca. ¾, das Pulver ⅛.

52) Bei demselben Bergbaue verhielt sich der Aufwand vor Oertern: in Förstenbauen und in Abbauen mit breitem Blick = 1 : 0,91 : 0,72.

53) In dem Gipsbruche von St. Léger in Frankreich braucht man (nach den Ann. d. m. t. VII. (1822.) p. 411.) in den Strecken ohngefähr 5 kil. Pulver, um 15,6 cub. m. Gips zu gewinnen; in den Tagebauen aber 3 kil.

54) In den Gipsbrüchen auf dem Montmartre auf Strossen und in Strecken von grosem Querschnitte werden (nach Combes, traité de l'exploitation, t. I. p. 290.) mit 1 kil. Pulver 8 cub. m. Gips gewonnen.

55) Nach Demselben p. 387. verbrauchte man zu Vaury beim Betriebe einer Strecke von 1,15 m. Breite und 2 m. Höhe im Granit auf 1 m. Länge 20 Schich-

ten und 4 kil. Pulver, in einer Schicht 5 Bohrer und 8 Eisen.

56) In einer anderen Strecke in sehr festem Granit 45 Schichten und 5 kilogr. Pulver; also p. cub. m. resp. 8,695 und 19,565 Schichten, 1,739 und 2,174 kil. Pulver.

57) Zu Roche la Molière in sehr festem Kohlensandstein mit grosen Quarzbruchstücken verlangt in einer 2 m. breiten und hohen Strecke 1 m. Länge 25 Schichten und 7,5 kil. Pulver (a. a. O. p. 388.) also 1 cub. m. 6¼ Schichten und 1,875 kil. Pulver.

58) In den Steinkohlengruben von Faymoreau in der Vendée, kostet 1 m. Länge von einer 1,6 m. hohen, 1,2 m. weiten Strecke in festem Kohlenschiefer 9 Schichten, 3⅓ kil. Pulver u. 500 Schärfungen (p. 397.) also 1 cubm. resp. 4,687 Schichten und 1,735 kil. Pulver.

59) In den Kupferkiesgruben zu Sourcieux und Gervais beim Streckenbetriebe in festem Talkschiefer wird auf 1 m. Länge bei 2 m. Höhe und 1 bis 1,3 m. Breite 7,33 kil. Pulver verwendet; (wohl ebenfalls mit Eisenarbeit vereint.)

60) Bei dem Alaunsteinbergbaue zu Tolfa gewinnt man mit 1 kil. Pulver ca. 75 cub. m. Gestein. (1 Mann wöchentlich ca. 7 cub. m.). Ann. d. min. t. I. (1817.) p. 331.)

61) Nach den Annales des ponts et chaussées, 2. sér. t. V. (1843.) p. 99. kamen beim Betrieb einer unterirdischen Kanalstrecke bei Han, in grobkörnigem Kalke, den unteren Schichten des Steinkohlengebirges zugehörend, mit starkfallenden Schichten von wenig oder keinem Zusammenhange auf 1 cub. m. Gestein:

	bei 6,2 m. Höhe und 6,4 groser Breite,	in den Hülfsstrecken von kleinem Querschnitte und in Abteufen,
Schüsse	2,85	8,02
Bohrlochstiefe	1,48 m.	3,494 m.
	davon auf eine zwölfstündige Schicht	
Schüsse	4,23	3,14
mit Tiefe	2,21 m.	1,36 m.
also mittl. Bohrlochstiefe	0,523 m.	0,435 m.

Im Mittel also kam auf 1 Bohrloch 0,3 Schicht, 0,222 cub. m. anstehendes Gestein.

Auf 1 cubm.	Auf 1 Schuss.	
22,3	5	Anlagen von Bohrerbahnen,
6,1	1,4	von Bohrköpfen,
1,5	0,3	Verstählungen von Bahnen,
1,0	0,2	von Köpfen,
1,7	0,2	Reparaturen von Fäusteln u. Bohrgeräth,
1,083	0,239	kil. Pulver.

Eine zweite Kanalstrecke bei **Revin** wurde in sehr unregelmäsig geschichtetem, kleinblätterigen Thonschiefer mit einzelnen Quarzknoten, sehr flachen Schichten, mit gröstentheils 6,5 m. Höhe und 6,4 m. Weite getrieben.

Hier kamen auf 1 cub. m.

	im grosen Querschnitte,	in Hülfsstrecken von kleinem Querschnitte und in Abteufen,
Schüsse	6,69	14,82
Bohrlochstiefe	2,529 m.	6,081 m.
	also kamen auf 1 Schicht	
Schüsse	3,515	3,085
mit Tiefe	1,328 m.	1,264 m.

Im Mittel kamen auf 1 Bohrloch 0,299 Schichten, 0,118 cub. m. Gestein.

Auf 1 cub. m.	Auf 1 Schuss.	
53,5	6,3	Anlagen von Bohrerbahnen,
4,1	0,5	von Bohrköpfen,
4,8	0,6	Verstählungen von Bahnen,
1,3	0,1	dergl. von Köpfen,
1,3	0,1	Reparaturen von Fäusteln u. Bohrgeräth.
1,277	0,153	kil. Pulver.

62) **Burat** (géologie appliquée p. 231.) giebt ferner an, dass in Tagebauen mit Strossen ein Arbeiter in einer Schicht (wie lang?) gewinnen könne:

In festestem Granit	2,5 cubm.	mit 0,65 kil. Pulver.
Kohlensandstein oder Rothliegendem	4,6 —	1,5 —
Marmor u. ähnlich. Kalkstein	8 —	1,6 —
Pariser Grobkalk	16 —	3 —
Gips	20—25 —	2 —

In der Grube bei gewöhnlichem Querschnitte der Strecken seien (p. 231.) zur Gewinnung eines cubm. erforderlich

	kil. Pulver.	Arbeitsstund.		Querschnitt.
In fester quarziger Gangmasse	6,8	210	bei	1,9 × 1,2
sehr festem und zähem Gneus	4,64	171	-	2 × 1
Silbererz, in fester Gangmasse, (Gneus mit quarzigem Bindemittel)	3,88	143	-	2 × 1
In ähnlicher Gangmasse mit lettigen Ablosungen in den Salbändern	2,2	111	-	2,1 × 0,83
Auf einem Gange von Gneustrümern mit thonigem Bindemittel	1,3	66	-	2,47 × 1
Auf einem schmalen, am Gestein nicht angewachsenen Gange . . . . (angeblich aus Sachsen u. Böhmen.)	0,82	39	-	2,47 × 1,47
im kristallinischem, kieseligen, harten und festen Kalke	2,5	53	-	1,9 × 1
festem Marmor	2	48	-	2,1 × 1,26
etwas schiefrigem Marmor	1,55	45	-	2,3 × 1,5
dichtem Kalke, geschichtetem lithographischen Steine	0,9	30	-	2,5 × 2
Steinsalz	0,33	19	-	2,5 × 3
mildem Thonschiefer . .	0,27	13	-	2,3 × 1,5

Diese von einzelnen Fällen hergenommenen Beispiele können zwar keineswegs die allgemeine Gültigkeit haben, für welche sie hier aufgestellt sind, die ersten, von Tagebauen, sind auch zu hoch, indess mochten sie doch nicht vorenthalten werden.

63) Endlich mögen noch ein Paar Beispiele aus den bei dem sächs. Bergbaue mit schwächeren und stärkeren Bohrern augestellten Vergleichs-Versuchen mitgetheilt werden.

Bei einem im Jahre 1814 im marienberger Revier angestellten Versuche mit starken Bohrern von 1¼

Zoll gegen schwache von ⅞ Zoll Breite, verwendete man auf 1 Lr. Ort,

a) bei ersteren 54 Schichten, 7 Pfd. Pulver, 3½ Pfd. Stahl, 3 Schock 50 Stück Bergeisen, 42 Bohrer, 20 Schrämspiese.

b) bei letzteren 52½ Schichten, 5 Pfd. Pulver, 2 Pfd. Stahl, 2 Schock 10 Stück Eisen, 38 Bohrer, 10 Schrämspiese.

Vor einem festen Orte auf ¼ Lr. Ortslänge,

a) bei starken Bohrern: 29 Schichten, 71 Löcher, 9½ Pfd. Pulver, 19 Kolbenbohrer, (als Anfänger), 125 Meiselbohrer, 5¼ Pfd. Stahl,

b) bei schwachen 29 Schichten, 79 Löcher, 7 Pfund Pulver, 98 Meiselbohrer, 4 Pfd. Stahl.

Im johanngeorgenstädter Revier verbrauchte man auf 1 Lr. Ort

a) mit starken Bohrern von 1⅛ Zoll kleinster Breite: 51,43 Schichten, 8 Pfd. Pulver, 6 Pfd. 27,4 Loth Stahl, 116⁴⁄₇ Bohrer, 137⅐ Bergeisen,

b) mit schwachen Bohrern von ⅞ Zoll kleinster Breite: 40 Schichten, 8 Pfd. Pulver, 5 Pfd. 17,7 Loth Stahl, 142²⁄₉ Bohrer, 53⅓ Bergeisen.

In Freiberg hingegen erhielt man vor dem Hauptumbruche des Alten tiefen Fürstenstolln's (bei 2 Lr. Höhe und ¾ Lr. Weite), als dem zuverlässigsten von einer grosen Anzahl von Versuchen:

a) mit starken Bohrern von 1⁵⁄₁₆ bis 1¹⁄₃₂ Zoll Breite: 36 Pfd. 11,5 Loth Pulver, 4 Pfd. 27,13 L. Stahl, 249⅔ Bohrer, 213 Bohrlöcher mit 3460 Zoll Tiefe,

b) mit schwachen Bohrern von ¹³⁄₁₆ bis ¹¹⁄₁₆ Zoll Breite: 38 Pfd. 1,92 Loth Pulver, 6 Pfd. 10,83 L. Stahl, 441⅓ Stück Bohrer, 361,3 Bohrlöcher mit 5745 Zoll Tiefe.

(Vgl. Kalender f. den sächs. Berg- u. Hütten-Mann. Jahrg. 1830. S. 154. u. Jahrg. 1835. S. 16. Tab. III.)

Die nöthige Schichtenzahl war übrigens (bei den anderen Versuchen in Freiberg, wo sie angemerkt wurde), bei schwachem Geböhr allemal weit gröser, als bei starkem.

Digitized by Google

VI. Das Feuersetzen.

§. 1. Feuersetzen ist diejenige Gewinnungsarbeit, bei welcher man das anzugreifende Gestein durch angelegtes Feuer erhitzt, in Folge dessen ersteres nicht nur mürbe wird, sondern auch, — was noch erfolgreicher ist — sich auszudehnen sucht, wodurch, wenn es ihm dazu an Raum gebricht, auch, wie gewöhnlich, diese Erhitzung und Ausdehnung ungleich erfolgt, es in sich selbst zersprengt und zertrümmert; dabei wird endlich auch diese Trennung durch etwa schon vorhandene geschlossene Klüfte unterstützt, welche sich öffnen, ja selbst durch die Spannung der Dämpfe, welche eben durch diese Erhitzung aus der in jenen Klüften enthaltenen Feuchtigkeit gebildet werden und sich nun durch das sie einzwängende Gestein einen Ausweg zu öffnen suchen.

§. 2. Das Feuersetzen ist eine uralte, wohl eine der allerältesten, der auf festeres Gestein angewendeten Gewinnungsweisen; denn obschon die Abtrennung durch scharfes Gezäh, als weit einfacher, wohl dem Menschen näher lag, daher früher aufgefasst wurde, so blieb doch dieselbe vor der Kenntniss und Benutzung der Metalle für nur einigermasen festere Massen viel zu mühselig, für wirklich feste sogar ganz erfolglos, als dass damit grose Fortschritte zu machen möglich gewesen wäre.

Aber auch nach der Auffindung der Metalle und selbst des zu Gezähen am meisten geeigneten Eisens und Stahles blieb das Feuersetzen für sehr feste Gesteinmassen unentbehrlich, und daher dessen Anwendung häufig

Digitized by Google

und sehr allgemein bis zur Einführung des Sprengens durch Pulver, dessen Stelle es bis dahin früher beim Kriegsgebrauche, länger noch bei dem Bergbaue einnahm, ja bei letzterem theilweis noch jetzt einnimmt.

Von einer frühesten Anwendung finden sich in Schriften, theilweis selbst noch in Ueberresten viele Andeutungen.

Dass schon die Aegypter dasselbe kannten und bei dem uralten Bergbaue bei Berenice anwendeten, geht aus den schon früher in der Abtheilung II. erwähnten Nachrichten des Diodorus Siculus, nach dem Agatharchides (lib. III, cap. 12—15.) hervor. Von dem römischen Bergbaue ist es nicht nur (namentlich durch Plinius histor. nat. lib. XXXIII. cap. 4.) ausdrücklich ausgesprochen, sondern auch noch aus manchen Merkmalen erkennbar, so z. B. in den Spuren des älteren Goldbergbaues in Siebenbürgen, bei Vöröspatak u. a. a. O. des in Kärnthen und Salzburg, (Vergl. darüber Neue Schriften der naturforschenden Gesellschaft zu Berlin, Thl. II. (1799.) S. 36.) — Russegger, in Baumgärtners Zeitschrift für Physik und verwandte Wissenschaften, Bd. II. (1833.) S. 85.

Dass es den Karthagern bekannt war, weist die häufig angeführte Nachricht von Hannibals Uebergange über die Alpen, im T. Livius, lib. XXI. cap. 37. nach, zufolge deren er einen, den Weg versperrenden Felsen durch Feuersetzen, unter Anwendung von Essig (wovon später in §. 7. zu sprechen seyn wird,) wegschaffte.

Einige andere Beispiele von Feuersetzen bei Belagerungen aus früherer Zeit und dem Mittelalter führt v. Veltheim, in einem dasselbe betreffenden Aufsatze im götting. Magazin der Wissenschafien und Literatur Jahrg. III. (1783.) S. 3. an.

Noch häufigere Nachrichten und Spuren finden sich von der Anwendung dieser Arbeit bei dem Bergbaue aus muthmaslich oder gewiss späterer Zeit; in Spanien, Frankreich, Ungarn, Siebenbürgen, Deutschland. (Vgl. darüber Gobet, les anciens minéralog. t. I. p. 207, 221. t. II. p. 505, 758, 764. — Agricola de re metallica, lib. V. u. A.

Digitized by Google

Demzufolge fand diese Anwendung sowohl überhaupt auf Lagerstätten der verschiedensten Art, als auch in so engen Räumen statt, dass die Fertigkeit und Ausdauer der Alten darin um so mehr zu bewundern ist, als bekanntlich deren Gruben in der Regel häufig an Wettermangel litten*).

In dieser allgemeinen Anwendung erhielt sich daher das Feuersetzen insbesondere bei dem deutschen Bergbaue, bis zur Einführung des Bohrens und Schiesens. Von dem freiberger Gang-Bergbaue sagt zwar eine Anmerkung in den gedruckten Ausbeutbögen vom Jahre 1535, (Termin Pauli) „dass auf St. Ulrich auf dem Brande Feuer gesetzt und da einer, der Baumann genannt, erstickt sei, nachmals das Feuersetzen gänzlich verboten worden“ — indess scheint es desshalb dennoch nicht ganz abgekommeu zu seyn (wie auch sehr erklärlich, weil man noch nichts Anderes dafür hatte,) denn in einem in den Oberbergamtsakten enthaltenen Berichte von der Alten St. Anna auf der Schieferleithe, vom Jahre 1589 heisst es, „zudem hat es ein fest Gestein, das man mit Feuer setzen muss.“ Auch fand man noch in dem ersten Viertel des gegenwärtigen Jahrhunderts bei der Aufgewältigung alter Baue auf der Grube Augustus zu Weichmannsdorf halbverbranntes Holz und Setzgezäh. Wären die alten Baue in oberen Teufen noch mehr zugängig oder in ihrer früheren Gestalt vorhanden, so würde man darin jedenfalls noch mehr Spuren finden**).

Auch auf dem Harze scheint sich bei dem Gangbergbaue der Gebrauch dieser Arbeit wenigstens eben so lange, wo nicht noch länger nachweisen zu lassen: denn noch abgesehen von einem nicht günstig ausgefallenen Versuche zu dessen Wiederaufnahme, der auf Ca-

---

*) So zeigen z. B. alte augenscheinlich gebrannte Baue auf dem Theresia-Gange in Schemnitz in Ungarn eine so geringe Weite, — indem man nur einen Theil der Mächtigkeit gewonnen hat, — als sie nur irgend bei Schlägelarbeit vorzukommen pflegt.

**) So fand man z. B. nach G. F. Oelsfeld Chronik von Lössnitz (bei Schneeberg) 1776. Thl. I. S. 4. bei der Wiederaufnahme eines alten Stolln's die Stöse desselben vom Feuersetzen geschwärzt.

tharina Neufang zu Andreasberg im Jahre 1680 — also schon längst nach der Einführung des Bohrens und Schiesens — (vgl. Calvör, Bericht vom oberharzer Maschinenwesen, Thl. II. Cap. III. §. 1.) angestellt wurde, ist auch in J. F. Suchland (geistlich und irdisches Bergwerk, Frankfurt u. Leipzig 1698, S. 309.) die von einem gewissen Funkè im Jahre 1617 gegebene Mittheilung enthalten, dass auf der Grube Sct. Georg Silber und Rothgülden reiches Erz gebrochen habe, das so derb und gediegen gewesen, dass wenn daselbst in der Grube Feuer gesetzt worden, das Silber auf dem Gange vom Erze geflossen sei.

Bei dem mansfeldischen Kupferschieferbergbaue, bei welchem überhaupt das Schiesen sehr späte Anwendung fand, wurde noch 1720 bis 1730 Feuer gesetzt, wie es scheint, um die unterschrämten Schiefer, Noberge und Dach hereinzubrennen. So fand man z. B. noch in diesem Jahrhunderte in dem sangerhäuser Revier Ueberreste davon, in 6 Zoll starken, in je 1 Fus Abstand gebundener Reissbündeln bestehend, welche auf 10 bis 12 Lr. Länge im Schrame lagen, an einem Ende angebrannt, aber nicht fortgebrannt waren.

Die Schiesarbeit verdrängte das Feuersetzen an vielen Punkten sogleich bei ihrer Einführung gänzlich, vielleicht an manchen vollends, wo es ohnehin schon vorher in Abnahme gekommen war; an anderen nur allmälig und erst mit zunehmender eigener Vervollkommnung, mit zunehmendem Preise des Brennmaterials und abnehmendem des Pulvers.

So wurde z. B. im Zwitterstockwerke zu Altenberg in Sachsen noch im Jahre 1696, auf dem Lager im Rammelsberge noch weit länger nur Feuer gesetzt, während jetzt das Schiesen daneben bei beiden vielfache, insbesondere dem ersteren vorzugsweise Anwendung findet, wogegen das Feuersetzen bei dem meisten gröseren Bergbaue in Schweden und Norwegen noch jetzt überwiegt.

Gegenwärtig ist daher das Feuersetzen nur noch an verhältnissmäsig wenigen Orten im Gebrauch, wo man sehr festes Gestein, wohlfeiles Brennmaterial hat und

Digitized by Google

überhaupt die seiner Anwendung günstigen Verhältnisse vor sich hat (S. §. 3.). Obschon sich jedoch dasselbe hier und da durch Herkommen länger erhalten hat, als es die Umstände geboten oder rechtfertigten, so ist es auch gegentheils an manchem Orte schon durch das Streben nach Neuem ohne hinreichenden Grund verdrängt worden, daher es auch in neuerer Zeit hie und da seinerseits selbst wieder an die Stelle des schon angewendeten Schiesens getreten ist, insbesondere, wenn man gegen früher die nöthige mehrere Sparsamkeit in der Verwendung der Brennstoffe hat eintreten lassen*).

Zuweilen wird es auch nur an ungewöhnlich festen Stellen, z. B. nur im Nebengestein, oder gegentheils nur auf der Lagerstätte, zuweilen nur für die eine oder die andere Art der Baue (s. den Betrieb derselben in §. 9.) übrigens aber das Schiesen, zuweilen sogar nur zu gewissen Jahreszeiten angewendet, z. B. über Tage und in wenig tiefen, vielleicht ganz offenen Pingenbauen, im Winter, wo das Schiesen auch sonst oft minder anwendbar ist, ausgeübt. Einen Fall letzterer Art führt Hausmann (Reise durch Scandinav. Thl. II. (1812.) S. 196.) von der Bradganger-Grube in Norwegen (auf Eisenstein) an.

§. 3. Die Umstände, unter denen diese eigenthümliche Gewinnungsarbeit mit Nutzen anwendbar ist, sind folgende:

1) Die zu gewinnende Masse muss fest und von starkem Zusammenhalte seyn. Ein minder festes, oder sogar gebräches Gestein würde nehmlich nicht nur eben sowohl auch durch andere Arbeiten, und daher wohlfeiler gewonnen werden können, — sondern sich auch sogar seines geringen Zusammenhanges halber leicht ausdehnen und wieder zusammenziehen, ohne in sich selbst zu zertrümmern.

*) Ein eigenthümlicher Grund, es wieder einzuführen, war der im Jahr 1757 bei einem Bleibergbaue in den Cevennen, an der Grenze von Lothringen vorwaltende: dass man den dortigen Bauern wegen der öfteren Aufstände, kein Pulver anvertrauen wollte. (Vergl. Gobet a. a. O. t. II. p. 505.)

Digitized by Google

Gesteine, für welche sich noch jetzt bei den herrschenden Holzpreisen das Feuersetzen eignet, sind besonders Hornstein, Quarzfels, Kieselschiefer, Grünstein, Hornblendgestein, Magneteisenstein, derber Kupfer- und Schwefel-Kies, von ihm durchzogene conglomeratartige Gesteinmassen, fester Granit, Quarz- und selbst anderer Porphyr. — Ferner ist einige Zerklüftung, in einem gewissen Grade und in einer gewissen Richtung nützlich.

Ganz unzerklüftetes Gestein wird vom Feuer sehr wenig oder gar nicht angegriffen, wie sich dies z. B. bei dem Abbaue eines Magneteisensteinlagers im Kieselschiefer mit Granat, zu Berggiesshübel in Sachsen ergab, welchem das Feuer fast gar nichts anhaben konnte, dasselbe eher noch fester — brandfest — zu machen schien *).

Eben so wenig wird aber viel Wirkung bei sehr stark zerklüftetem, kurzklüftigen Gesteine zu erwarten seyn, (vgl. B. Rössler, hellpol. Bergbauspiegel, Bd. III. Cap. 24. §. 8.) welches durch seine schon vorhandene Zerklüftung Freiheit hat, sich auszudehnen.

Uebrigens möchten der angegriffenen Klüfte parallel streichende Klüfte, dem Orte zu- oder entfallend, besonders bei nicht zu geringer Weite des Baues, günstiger wirken, als dergl. dem Streichen nach, oder in wenig Abweichung davon fortsetzende, weil auch letztere den Ortstos durchschneidend und theilend, demselben mehr Freiheit geben sich, ohne abzuschalen auszudehnen und zusammenzuziehen, hingegen letztere bei engen Oertern wenigstens dadurch nützlich seyn können, wie diess auch schon die Annahme der Alten war, (vergl. Bergbauspiegel, Buch III. Cap. 24. §. 12.) dass sich das Feuer auf den Klüften fortziehen, daher mehr durch Mürbebrennen des Gesteines wirken könne.

Beiläufig mag übrigens gleich hier bemerkt werden,

*) Auch Böbert führt in Karsten u. v. Dechen, Arch. f. Min. Bd. XIV. (1840.) S. 471. von dem Bergbaue zu Skuterud in Norwegen den Fall an: dass bei einem Ortsbetriebe übersetzende Glimmerbänder das Feuer so unwirksam machten, dass man mit mehr als 80 Klaftern Holzaufwand in mehreren Wochen nicht 1/8 Lr. vorwärts kam.

Digitized by Google

dass manches Gestein am allerwenigsten die, ausserdem mehrentheils nützliche, ja nothwendige, Verbindung des Feuersetzens mit dem Schiesen zu gestatten scheint, weil dasselbe, wie z. B. der erwähnte Kieselschiefer, durch ersteres so fest wird, dass er auch für den Bohrer nicht mehr angreifbar ist.

Ebenso muss natürlich die Pelzigkeit dem Erfolge des Feuersetzens hinderlich seyn, weil sie, als ein gewisser Grad von Elasticität, dem Gesteine nicht minder einige Ausdehnung und Zusammenziehung gestattet.

2) Das Gestein muss wo möglich nur eine freie Seite, wenigstens müssen die etwa von mehreren freien Seiten begrenzten Stöse ein ansehnliches Volumen haben. Der Grund ist derselbe, wie der ad 1., d. h. es würde mehr nur durch Mürbebrennen, nicht durch Zersprengen gewirkt werden können. Wenn daher die Alten wohl das Verschrämen empfahlen, (Vgl. B. Rössler, Bergbauspiegel, Buch III. Cap. 4. §. 2.) so galt diess mehr für den Betrieb von Oertern und zwar engeren, mit kleinen Feuern, die in solche Schräme eingesetzt, und dadurch zusammengehalten wurden.

3) Die Baue dürfen nicht zu eng seyn, müssen vielmehr viel Weitung haben oder wenigstens bekommen können. Obschon in einem engen Raume, wie in einem Schrame, die Wirkung des Feuers weit mehr zusammengehalten und daher benutzt wird, wenn sich dieselbe auf alle Umflächen erstrecken soll oder darf, so ist es doch etwas Anderes bei dem Angriffe einer freien Seite, welche bei zu geringer Weite noch zu viel Spannung hätte. Zwar haben, wie schon oben §. 2. erwähnt wurde, die Alten in sehr engen Räumen damit gearbeitet, jedoch haben sie wahrscheinlich nur sehr allmälig, durch kleine und desshalb nur sehr beschränkt wirkende Feuer fortschreiten können.

Sonach wird das Feuersetzen schon aus diesem Grunde auf mächtigen Lagerstätten am vortheilhaftesten wirken können.

4) Das Nebengestein muss fest seyn, damit nicht von dem Feuer dessen Zusammenhalt wider Absicht

Digitized by Google

und Wunsch zum Nachtheile der Baue zerstört wird. Auch in dieser Hinsicht ist eine grösere Weite nützlich, weil dadurch die nicht anzugreifenden Stöse nicht nur an und für sich der Wirkung des Feuers mehr entzogen sind, sondern auch leichter noch auf andere Weise geschützt werden können.

5) Darf das Gestein keine solchen Gemengtheile mehr enthalten, deren Verflüchtigung durch das Feuer gefährlich werden könnte, namentlich Arsenikkies, obschon auch andere nicht metallische Gesteine einen, wenn auch nicht so ausgesprochen schädlichen, doch aber einen so übeln Geruch entwickeln, dass dadurch schon die Baue auf Wochen lang unzugängig geworden sind.

6) Das Feuersetzen darf auch sonst keinen nachtheiligen Einfluss auf die zu gewinnende Masse ausüben. Dahin gehört schon der, davon gelegentlich ein Beispiel bereits in §. 2. erwähnt wurde, wenn auch nicht zu häufig vorgekommene Vorgang, dass sehr leichtflüssige, derbe Erze — z. B. reiche Silbererze — ausschmelzen und dadurch theilweis verloren gehen können; dahin auch die beobachtete Erscheinung: dass arsenikreiche, durch das Feuersetzen gewonnene Zwitter schwerer schmelzbar sind, als dergleichen durch Schiesen gewonnene. (Vergl. Kalender für den sächs. Berg- u. Hütten-Mann auf das Jahr 1830. S. 221.) wie denn überhaupt Erze, deren Schwefelgehalt in der nachmaligen hüttenmännischen Bearbeitung zur Rohsteinbildung oder gar zur Vitriolbereitung und sonst nothwendig ist, sich nicht zur Gewinnung durch Feuersetzen eignen, weil der Schwefel dadurch verflüchtigt wird, obschon an und für sich der Schwefelgehalt diese Gewinnungsweise begünstigen soll. (Vgl. Bergbauspiegel Buch III. Cap. 4. §. 3.) gegentheils, wie auf dem Rammelsberge zuweilen der Fall gewesen seyn soll, der Schwefelgehalt so gros seyn kann, dass die Erze selbst zu brennen anfangen, und desshalb eben nicht mit Feuer gewonnen werden dürfen. (Vergl. Freiesleben, Bemerkungen über den Harz, Thl. I. S. 448. §. 713.) Vielleicht dürfte manch-

Digitized by Google

mal auch die durch das Brennen in dieser Weise bewirkte Veränderung des Zustandes und der Verbindung der Gemengtheile, die sonstige weitere Bearbeitung erschweren, sei es in der Aufbereitung durch Vergröserung des Verlustes beim Waschen, sei es bei der hüttenmännischen Behandlung. Hinsichtlich der Aufbereitung kann es namentlich schaden, dass durch das Brennen Härte und Festigkeit ungleich werden, daher auch das Pochen ungleich fein erfolgt. (Vgl. v. Born, mineralog. Briefe, Br. XVIII. S. 161.) Insbesondere kann es Nachtheil bringen, wenn dergleichen Massen dem Feuer mehrere Male ausgesetzt, und die schon hereingefeuerten immer wieder als Unterlage für neues Feuersetzen gebraucht werden. Erhöht wird gegentheils der Vortheil, wenn die Massen ohnehin, wie häufig der Fall, zur Veränderung ihrer Festigkeit vor der Aufbereitung noch durch Rösten mürbe gemacht werden müssten. Auch will man, z. B. in Siebenbürgen gefunden haben, dass in Erzen von geringem Goldgehalte der letztere durch das Brennen besser aufgeschlossen, daher aus so gewonnenen Erzen mehr Gold gezogen wird.

7) Ein nothwendiges Erforderniss ist ein guter Wetterzug, sowohl um überhaupt das Feuer zu unterhalten, als auch um die erzeugten Massen von Rauch, kohlensaurem und Kohlenoxyd-Gas, während desselben und nachher baldigst fortzutreiben, welche sonst die Räume länger unzugängig erhalten, vornehmlich aber, sich ausscheidend, gern in tiefer gelegenen Stellen, Gesenken, Teufen u. dgl. sammeln und den so gefährlichen Schwaden bilden. Schon in älterer Zeit, wo noch weit häufiger Feuer gesetzt wurde, nahm man daher, wie natürlich, ganz besondere Rücksicht auf das Vorhandenseyn von Wetterzug, so dass z. B. in einer mit anderen durchschlägigen Grube nur mit Einwilligung der letzteren und überhaupt dann Feuer gesetzt werden durfte, wenn jene keine Unbequemlichkeit davon hatten. (Vgl. Agricola, de re metallica, Buch V. (deutsche Uebers. von 1557. S. 85.) C. Hertwigs, Bergbuch, Leipzig und Dresden 1770. Art. Feuer, §. 9. S. 134.) Aus demselben

Digitized by Google

Grunde wurde das Feuersetzen auf bestimmte Tage beschränkt, oder, wo es täglich vorgenommen wurde, auf bestimmte Tageszeiten, die Nacht, — (Vergl. darüber und hinsichtlich des vorigen A. F. H. Schaumann, die goslarischen Berggesetze des vierzehnten Jahrhunderts. Hannover 1842. Art. 109. 112. 113.) das Anfahren aber während desselben bis auf die zur Beaufsichtigung des Feuers bestellten Leute untersagt.

Bei alledem musste diese Arbeit besonders bei Gangbergbau, überhaupt in allen engen, noch mehr in niedrigen Bauen, bei der Mangelhaftigkeit der Wetterversorgung der Alten sehr beschwerlich und gefährlich seyn und häufige Unglücksfälle veranlassen, welche auch einen wesentlichen Grund mit abgaben, diese Gewinnungsweise überall da abkommen zu lassen, wo sie nicht durchaus unentbehrlich war. (Vgl. B. Rössler, hellp. Bergbauspiegel, Buch III. Cap. 4. §. 6. 7. 8.)

8) Das Gestein muss trocken seyn, weil die Nässe nicht nur dasselbe abkühlt, daher das Feuer nicht wirken lässt, sondern bei gröserem Wasserzudrange letzteres sogar ganz auslöschen würde.

Endlich muss, wie natürlich

9) Holz in hinreichender Menge und Wohlfeilheit vorhanden seyn.

(Ueber alle diese Verhältnisse s. besonders Delius, Bergbaukunst. Abschn. II. Cap. 1. §. 214. 215.)

Am vortheilhaftesten wirkt das Feuersetzen da, wo grose Weitungen hergestellt, grose Massen mit einem Male hereingefeuert werden können, weil grösere Feuer verhältnissmäsig weit mehr wirken als kleine.

Zu den unabwendbaren Unannehmlichkeiten desselben gehört

1) Die damit verbundene Gefahr, sowohl entspringend aus dem entwickelten Rauche und schädlichen Gase, als auch den während und nachher herabstürzenden Gestein-Schalen und Wänden; ferner für die Zimmerung und alle brennbaren Gegenstände in der Grube; endlich für die ganze Grube, durch die Brüche, welche namentlich

als Folge der ausgedehnten Gewinnung von grosen Massen, also durch grose Feuer, fast unvermeidlich sind.

2) Die grose Hitze, welche sich als Folge des Feuersetzens in der Grube erhält, den Aufenthalt darin erschwert, auch fast auf alle Gegenstände organischer Abstammung nachtheilig wirkt*).

3) Die Schwärzung der ganzen Wände der Baue durch den Rauch, welche das ganze natürliche Ansehen verändert, Anbrüche, übersetzende Gänge und Klüfte verdeckt und unkenntlich macht.

Dazu kommt noch

4) Dass ein gröserer Theil des Erzes zerkleint und verstäubt wird.

§. 4. Bedarf und Gezäh zum Feuersetzen sind:

1) Das nöthige Brennmaterial.

2) Das zur Unterhaltung des Feuers selbst und zum Nacharbeiten nöthige Gezäh.

§. 5. Das Brennmaterial ist natürlich die Hauptsache. Als solchen bedient man sich in der Regel des Holzes. Es ist dazu ein schnell entzündliches, raschbrennendes Holz nöthig, also trockenes, wo möglich harzreiches Nadelholz, weil, wie im Folgenden weiter nachgewiesen werden wird, ein langsames Schwälen von geringem Nutzen ist.

Am gewöhnlichsten wird Scheitholz angewendet, weil es aber hier ganz wesentlich auf eine schnelle plötzliche Erhitzung, daher auf ein rasch aufloderndes Flammenfeuer ankommt, so ist kleingespaltenes Holz ohne allen Zweifel weit vorzüglicher, als die meistentheils gebrauchten grosen Scheite, wie man sich des ersteren schon

*) Ausnahmsweise kann diese hohe Temperatur auch einen Nutzen haben, wie z. B. im Rammelsberge bei Goslar, wo sie den aus den dortigen Erzen, besonders Grubenschmante, sich bildenden natürlichen Vitriol festmacht, dadurch dem davon durchzogenen Bergversatze, ja sogar damit aufgeführten Mauerwerke eine Bindung giebt, welche sie mit dem Erkalten der Räume und dem Zerfliesen des Bindemittels verlieren würden. (Vergl. Freiesleben a. a. O. S. 497. §. 764.)

Digitized by Google

längst bei mehrerem Bergbaue in dem nordöstlichen Theile von Ungarn und Siebenbürgen (in Felsöbanya, Bajutz, Olahlaposbanya) bedient, wovon bald mehr. Dabei erlangt man aber nicht nur mit derselben Holzmenge eine weit grösere Leistung, sondern kann auch zu dieser weit wohlfeiler gelangen, weil zu solchem Feuer auch starke und schwache Zweige, die — weit harzreicheren — Wurzeln u. dgl. verwendet werden können, die bei Scheitholz ganz ausgeschlossen sind.

Dass in älterer Zeit auch Reissholz verwendet wurde, ist schon in §. 2. erwähnt worden.

Turf oder auch Braunkohle würden

1) sehr starken Wetterzug erfordern und auch dann immer noch die Wetter sehr verderben, nächstdem aber schon der langsam wirkenden Glühhitze halber, welche allein sie zu entwickeln im Stande sind, eine nur sehr unvollkommene Leistung geben. Daher war auch bei den z. B. im Rammelsberge mit Turf angestellten Versuchen der Erfolg gegen Holz bei gleichem Aufwande sehr gering. (Vgl. Karsten, Arch. f. Bergbau, Bd. IV. (1821.) S. 278.) und gleiche Folgerungen durfte man zu Altenberg in Sachsen auf die (böhmische, sehr derbe) Braunkohle wenigstens aus dem Ausfalle ziehen, den sie beim Rösten der Zwitter als Vorbereitung zum Pochen gab, indem man nur durch Untermengen von Holz und durch starken Luftzug, um eine schnelle Hitze hervorzubringen, zu dem beabsichtigten Zersprengen der Zwitterwände gelangte, die bis dahin eben so unversehrt aus dem Feuer heraus als hinein gekommen waren.

Turf und Sohlen dürften demzufolge noch am anwendbarsten dann seyn, wenn die Kohle angegriffen werden soll, was freilich die am wenigsten fördernde Anwendung des Feuersetzens ist, bei welcher die beabsichtigte Wirkung nach unten vom Flammenfeuer wie natürlich gar nicht, sondern noch am ersten von Glühhitze einiger Erfolg zu erwarten steht.

Die Zuförderung des nöthigen Holzes in die Grube, welche wegen dessen Menge leicht sehr kostspielig werden könnte, geschieht am einfachsten mittelst Einwerfens

Digitized by Google

durch besondere Schächte, (bei Pingenbauen unmittelbar in die Weitungen), welche dazu, wo möglich in ganzem Gesteine oder in starker Mauerung stehend, wie alle Rollschächte, von allem Einbaue frei seyn und durch alle Sohlen hindurch gehen müssen. Auf derjenigen, auf welche das Holz eben geworfen werden soll, deckt man sie jedesmal mit starkem Holze und wo möglich einer darübergestützten Lage von Bergen ab.

§. 6. Das Gezäh ist *a*) das eigentliche Setzgezäh, d. h. dem Feuersetzen ganz allein zugehörige und eigenthümliche und *b*) Hülfsgezäh, zum Nacharbeiten, zur Vollendung der durch das Feuer eingeleiteten Wirkung, gröstentheils anderen Gewinnungsarbeiten entlehntes.

Das erstere, das eigentliche Setz-Gezäh ist höchst einfach, es besteht

1) in der sogenannten Prägelkatze,
2) Schürgabel,
3) Aschenkratze.

Schon einen Uebergang in das zweite bilden

4) die Stos- oder Renn-Stangen;

als bloses Hülfsgezäh endlich sind 5) zu nennen: Keilhaue, Brechstange und Brechbaum, Treibefäustel, Schlägel und Eisen, Schiesgezäh.

1) Die Prägelkatze, — S. Taf. X. Fig. 1. A. Seiten-, B. obere, C. vordere Ansicht, — ein zwar nur an wenigen Orten angewendetes, aber sehr wirksames Gezäh, oder vielmehr Geräth, hat noch ziemlich unverändert diieselbe Einrichtung, wie sie in C. Z. Delius, Bergbaukunst, Wien 1773. Abschn. II. Cap. 1. §. 208. beschrieben ist.

Sie besteht nehmlich aus einem einfachen Gestelle von Eisenstäben, welche vier Füse a, zwei höhere und zwei niedrigere, bilden, die durch zwei andere oben darüber befestigte Stangen b, mit einander verbunden sind. Dieses Gestelle wird aussen auf beiden Seiten, und oben mit Blechtafeln belegt und auf diese Weise ein etwa 2½ Fus langer, hinten 2½ Fus breiter und 1½ Fus hoher, vorn 1½ Fus breiter und 1 Fus hoher, also

abgestumpft pyramidaler, Kasten gebildet, dessen Bestimmung die ist, das darin unterhaltene Feuer zusammenzuhalten und durch eine sich von selbst bildende Luftströmung vorn hinaus gegen einen bestimmten Punkt zu leiten.

Auch bei einem Zinnbergbaue auf Gängen zu Onon in Russland scheint man, nach der davon im Annuaire du journal des mines de Russie, an. 1840, p. 421. gegebenen Beschreibung, die Prägelkatze in neuerer Zeit eingeführt zu haben, jedoch, sonderbarer Weise, verkehrt, nehmlich mit dem weiten Ende gegen die Angriffsfläche, zu stellen*).

Zu der Prägelkatze gehört

2) Die zweizinkige Gabel, Furkel (Taf. X. Fig. 2.) und die Krücke Fig. 3. d. h. dergl. mit ungebogenen Zinken, an wenigstens ½ Lr. langen Stielen, um das Feuer aus der Entfernung zu unterhalten.

3) Die Kratze, Taf. X. Fig. 4. A. Seiten-, B. vordere Ansicht, — mit rechtwinklig umgebogenem herzförmigen Blatte, ebenfalls an langem Stiele, um die Asche wegzuschaffen.

Allgemeinere Anwendung finden schon

4) Stosstangen oder Rennstangen; diess sind lange Stangen, vorn mit einer starken langen Eisenspitze, wie Taf. X. Fig. 5. A., oder mit einem breiten Meisel, wie Fig. 5. B. bewaffnet. Sie dienen um die durch das Feuer abgetrennten aber noch am Gestein hängenden Wände und Schalen abzustosen und herein zu werfen.

Zuweilen kommen für denselben Zweck auch noch eiserne Haken in Anwendung.

5) An sie schliesen sich unmittelbar die von dem anderen Gewinnungsarbeiten entlehnten reinen Hülfsgezähe, die Keilhaue, Brechstange, Brechbaum, Treibefäustel, auch wohl Schlägel und Eisen an, wo-

*) In dieser verkehrten Stellung ist dieselbe auch in der géologie appliquée von Burat, Fig 40. angeführt, in welcher Zeichnung wie in der zugehörigen Beschreibung p. 224. sie überhaupt nur als ein Phantasieproduct erscheint.

gegen das Schiesgezäh mehr der selbstständigen Vor- und Nach-Arbeit angehört, wie später gezeigt werden wird.

§. 7. Die allgemeinen Regeln für alles Feuersetzen sind folgende:

1) Die anzugreifenden Gesteinsflächen sind vor jedem Feuern von Schalen frei, und rein darzustellen: trocken und übrigens rauh zu halten, um die Wirkung des Feuers möglichst zu befördern.

2) Das Feuer ist zusammenzuhalten, und auf den Punkt zu richten, den es angreifen soll; dabei jedoch

3) vor allem Dämpfen oder gar Ersticken zu bewahren, vielmehr hellbrennend zu erhalten;

4) sind diejenigen Flächen zu schützen, die es nicht angreifen soll;

5) hat man nach dem Erlöschen des Feuers, sobald als Hitze und Rauch es gestatten, hinzufahren, die gelösten Schalen hereinzustosen, das Gestein zu beräumen und sofort wieder Feuer zu setzen. Schon die Alten wussten recht wohl, dass ein zweites Feuer weit mehr leiste, als das erste. (Vgl. B. Rössler, hellpol. Bergbausp., Bd. III. Cap. 4. §. 3.) Erkaltet nehmlich das Gestein, so schliesen sich viele Klüfte wieder, welche halbgeöffnet, durch ein zweites Feuer zur vollen Wirkung gebracht worden wären.

Das Abkühlen mit Wasser oder Essig, (wie dies nach Plinius histor. nat. lib. XXXIII. cap. 4. — T. Livius, l. XXI. cap. 37. und Anderen, von den Alten geschah und wobei Essig natürlich nicht anders und mehr wirken konnte, als Wasser, nicht aber, wie die Alten aus Vorurtheil glaubten, und neuere blose Philologen nachsprachen, noch eine ganz besondere Wirkung auf das Gestein ausübte), ist aus diesem Grunde bei anstehendem Gestein meistentheils nicht nur ohne Nutzen sondern sogar nachtheilig, weil hier die Umstände ganz andere sind, als bei kleinen, abgesonderten Bruchstücken welche glühend abgelöscht, freilich zerspringen; doch sind auch hierüber die Ansichten getheilt, denn während

B. Rössler im Bergbausp. Buch III. Cap. 24. §. 19. ii

Digitized by Google

noch nicht weit ausgebrannten Oertern, nicht für unzweckmäsig hält, wenn es sonst wegen der Hitze nicht zu beschwerlich wäre, der Bericht vom Bergbau (Abschnitt II. Cap. 1. §. 137.) ihm darin folgt, selbst v. Veltheim im götting. Magazin der Wissenschaften u. Literatur, Jahrg. III. Stück 5. S. 670. u. s. f., einen Nutzen darin finden will, dasselbe übrigens auch jetzt noch in Felsöbanyn in Ungarn, besonders beim Ortsbetriebe, angewendet wird; erkannte es gegentheils schon Mathesius im sechszehnten Jahrhundert (S. dessen Sarepta, Predigt XII. zweite Auflage vom Jahr 1679. S. 546.) als nutzlos an, und haben auch in neuerer Zeit im Rammelsberge damit angestellte Versuche, das erhitzte Gestein mit Wasser zu begiesen, diese Ansicht durch das gelieferte ungünstige Ergebniss bestätigt.

Eine andere Veranlassung für das Anspritzen von Wasser an das Gestein kann die seyn, dass beim Herzufahren nach dem Erlöschen des Feuers, der Bau und das Gestein noch zu heiss sind, so dass man letzteres nicht angreifen kann.

6) Die Gröse der Feuer ist der Beschaffenheit des Gesteines anzupassen; auf kurzklüftiges, in schwachen Schalen abspringendes Gestein, in engen und niedrigen Oertern u. dgl. sind nur kleine Feuer in öfteren Wiederholungen; auf Gestein, das sich in grosen Wänden zu lösen geeignet, in weiten Bauen, wo die Wirkung ungehindert ist, grösere Feuer anwendbar und dann verhältnissmäsig weit wirksamer, als jene; sehr grose, namentlich lange brennende hingegen sind allemal unzweckmäsig: 1) weil sie schwer zu leiten und zu regeln sind; 2) weil bei ihnen wieder die Wirkung nicht im Verhältnisse des Aufwandes steht, indem dieselben bei längerem unausgesetzten Brennen in der letzten Zeit durch diejenigen Schalen gehemmt, ja vereitelt wird, welche schon durch den ersten Angriff gelöst worden, aber hängen geblieben sind, daher das darunter liegende Gestein decken.

§. 8. Das Verfahren beim Feuersetzen ist ebenfalls in technischer Hinsicht sehr einfach.

Digitized by Google

Je nach der Richtung des Angriffes unterscheidet man dabei

A. Seitenbrand, Wirkung zur Seite; B. Förstenbrand, Wirkung nach oben; und C. Sohlenbrand, Wirkung nach unten.

A. Der Seitenbrand kann erfolgen mit oder ohne Prägelkatze.

1) Mit der Prägelkatze. Man setzt die Katze dazu auf die Sohle auf, mit der kleinen Mündung gegen und nahe an den anzugreifenden Stos, bedeckt sie mit den Blechen und befestigt letztere wieder durch Wände, die man auf den Seiten an sowie oben auflegt — S. Taf. X. Fig. 6. — Sodann wird ohne besonderen Rost, das in kleine, dünne, 1½ höchstens 2 Fus lange, 1½ bis 2 Zoll starke Scheitchen gespaltene Holz untergeschlichtet und durch einen brennenden Bart (s. unten) angesteckt, worauf die Flamme durch den sich bildenden Luftzug gegen den Stos getrieben wird.

2) Ohne die Prägelkatze. Das Holz wird unmittelbar an den Stos angesetzt; das Setzen ist jedoch verschieden, nach Herkommen und nach der Gröse des Feuers.

Für kleine Feuer, wie meist vor Ortstösen, wird das Holz, z. B. in Altenberg in Sachsen, auf folgende Weise gesetzt:

Auf die Sohle legt man zwei Scheite — Taf. X. Fig. 7. — rechtwinklich gegen den Stos, über diese einige Lagen Scheite, einander rechtwinklich kreuzend, jedoch so, dass zwischen den einzelnen 2 bis 4 Zoll Zwischenraum bleibt, damit das Feuer hindurch spielen kann, Zug bekommt. Oben auf diese Lagen stellt man noch eine oder ein Paar Reihen Scheite steil gegen den Stos angelehnt, die erste am Gestein wohl von etwas kürzerem Holze als die anderen. In die unterste Lage endlich, quer über die Scheite a. auf der Sohle, (auch wohl nur über zwei zunächst über jene gelegte Scheite, auf die dann erst die Lagen kommen), legt man den sogenannten Bart, den man mit Spänen und klein gespaltenem Holze, Bartholze, bedeckt.

Der Bart, von ältester Zeit her bekannt und auch

so benannt (vgl. Agricola, de re metallica; Uebers. v. J. 1557. Buch V. S. 84. — Mathesius, Sarepta, Ausgabe vom J. 1679. Predigt XII. S. 546. — B. Rössler, hellpol. Bergbausp. Abth. III. Cap. 24. §. 16.), ist ein 2 bis $2\frac{1}{2}$ Zoll starkes Stück Holz — Taf. X. Fig. 8. — welches mit dem Schnitzemesser an beiden Seiten zu Spänen, sogenannten Federn, aufgeschlitzt ist, entweder wie A. oder wie B., oder auch wohl auf andere Weise. Er dient, um das Holz schnell in Brand zu stecken.

Zuletzt wird noch der ganze Holzstos auf der hinteren, überhaupt der, dem anzugreifenden Stose abgewendeten Seite, mit altem feuchtem Grubenholze, halbverbranntem Holze von vorigen Bränden, und mit Bergwänden bedeckt, um das Feuer zusammenzuhalten und nur gegen den beabsichtigten Stos wirken zu lassen, und endlich mittelst eines sogenannten Anstösels, ebenfalls eines vielfach aufgeschlitzten Spanes, — Taf. X. Fig. 9. A. oder B. — angesteckt.

Eine andere Weise, wie sie z. B. im Stockwerke zu Geier in Sachsen, wie auch bei anderem Bergbaue zu kleinen Bränden vorkommt, ist noch einfacher.

Eine Reihe Scheite — S. Taf. X. Fig. 10. A. B. — wird unter 60 bis 75 Grad gegen den Angriffsstos so gelehnt, dass darunter auf der Sohle ein hohler Raum, eine Gasse a bleibt. Zugleich werden die Scheite auch von beiden Seiten der Reihe gegen die Mitte hin etwas geneigt, so dass auch hier eine Oeffnung b als Zugang zu der Gasse bleibt. Jene wird mit Spänen und klein gespaltenem Holze angefüllt, hierauf das aufgestellte Holz ebenfalls auf der Rückseite mit feuchtem Holze und Bergwänden bedeckt und nun durch den Zugang b angezündet.

Für grösere Feuer können ebenfalls ein Paar Lagen Scheite hinter einander aufgestellt, oder auch söhlig hinter der ersten aufgeschlichtet werden, wie in Fig. 10. C., obschon diese Aufstellung weniger fest ist.

Für Seitenbrand mit grosen Feuern, wie z. B. im Rammelsberge bei Goslar, auch bei mehrerem nor-

Digitized by Google

wegischen Bergbaue, wird das beschriebene Verfahren in der Weise weiter ausgedehnt, dass man mehrere Reihen aufgerichteter Scheite hinter und auch über einander setzt, welche entweder unmittelbar auf der Sohle oder besser, wie eben auf dem Rammelsberge, auf einer söhligen Lage von Scheiten stehen — Taf. X. Fig. 11. a, — welche man des Luftzuges wegen auf einzelne Scheite, diese wieder auf untergelegte grose Gesteinswände, hohl legt. Das Anstecken geschieht wie gewöhnlich durch den Bart und darüber gebreitete Späne.

B. Der Förstenbrand, ist der erfolgreichste von allen, weil Flamme und Hitze schon von selbst das Bestreben haben, aufzusteigen. Für ihn wird das Holz ebenfalls hohl, auf einzelne Scheite oder, weil diese auch verbrennen, noch auf ausserdem untergelegte Bergwände, in lauter einander kreuzende Lagen zu einem viereckigen Schranke, oder Schragen, aufgeschlichtet — Taf. X. Fig. 12. — dabei werden vornehmlich die unteren Lagen mit den nöthigen Zwischenräumen, die oberen hingegen dichter gelegt, damit nicht der Spielraum zu frei, das Feuer vielmehr zusammengehalten wird, bis der ganze Schrank im Brande ist.

Ein Zusammenhalten der Hitze durch äussere Bekleidung ist hier weniger ausführbar, wenigstens bei höheren Holzstösen, aber auch minder nöthig, weil eben die Hitze ohnehin nach oben wirkt. Steht der Schrank an einer Seite an, so werden auch gern oben darauf noch einige Lagen Scheite schräg gegen jene gelehnt, ja man deckt wohl den ganzen Schrank schräg ab, damit die schon während des Brennen sich von der Förste lösenden und herabstürzenden Erzwände abgleiten und nicht den Schrank zerschlagen. — Taf. X. Fig. 13. — (B. Rössler, hellpol. Bergbausp., Buch III. Cap. 24. §. 16.)

Eine andere Weise, diesem Zerschlagen auch bei freistehenden Schränken vorzubeugen, ist die z. B. auch im Rammelsberge angewendete: (Vgl. Böbert in Karsten und v. Dechen, Arch. f. Min. Bd. XIV. (1840.) S. 473.) das Holz ganz dicht bis an die Förste aufzusetzen, ja fest einzukeilen, damit ein freies Herabfallen

der Wände von einiger Höhe gar nicht möglich ist; freilich kann dabei das Feuer auf die Stelle, an der das Holz unmittelbar anliegt, niemals so kräftig wirken, als wenn einiger Abstand dazwischen ist; (weil im ersten Falle nur Glühhitze, im zweiten Flammenfeuer aber wirkt,) ja sogar der Zug geschwächt wird.)

Beim Förstebrennen in Felsöbanya in Ungarn und Ohlaposbanya in Siebenbürgen bedient man sich ebenfalls nur des ganz klein gespaltenen Holzes in dünnen Scheitchen von 1 bis 1½ Fus Länge, um daraus Schragen von 3 Fus Höhe aufzusetzen, mit denen man aber absichtlich nicht ganz bis an die Förste reicht. Gewöhnlich setzt man 12 Lagen (zu zwei einander kreuzenden Schichten), jede Schicht zu 6 Scheitchen, die etwa 2 Zoll Zwischenraum zwischen einander lassen, so dass ein solcher Haufen etwa 2 Fus Seitenbreite bekommt. Solcher Schragen setzt man freilich beim Betriebe von Abbauen gleich eine ganze Menge zusammen, wovon später mehr. (Vgl. Delius, Bergbauk. Abschn. II. Cap. 1. §. 210. und v. Born, Briefe über mineralog. Gegenstände, Frankfurt und Leipzig, 1779. Brief 18. S. 159.,) zu deren Zeiten übrigens die Schragen und Schichten aus weniger Scheitchen zusammengesetzt worden zu seyn scheinen.

C. Der Sohlenbrand ist von allen der am wenigsten fördernde und daher selbst in älterer Zeit, wo es an anderen Gewinnungsweisen für feste Gesteine noch fehlte, wohl nur selten angewendete. Das Hinderniss liegt nicht nur darin, dass, wie schon erwähnt, die Hitze überhaupt an und für sich wenig geneigt ist, nach unten zu wirken, sondern auch, dass sich die Sohle am schwersten trocken erhalten lässt, endlich sich auch in ihr, ohngeachtet sorgfältiger Beräumung, am leichtesten unbemerkt Gesteinschalen erhalten können, welche in Folge vorhergegangener Feuer oder anderer Ursachen schon durch Klüfte halb abgelöst sind, daher die Wirkung des Feuers von dem darunter liegenden festen Gesteine abhalten.

Für Sohlenbrand ist das Holz auf eine schnell entzündliche Bettung von Spänen ebenso zu schränken, wie

für Förstenbrand, jedoch nur in niedrigen Stösen, weil von höheren der obere Theil gar nichts nützen würde, (wesshalb auch lieber in öfteren Wiederholungen gewirkt werden muss;) sodann wird oben und auf den Seiten mit Bergwänden sorgfältig so weit abgedeckt, als es ohne Störung des hier ohnehin schwachen Zuges gestattet ist, um die Wirkung der Hitze möglichst nach unten zu drängen und hierauf angesteckt.

Das vorgeschlagene Verfahren: auf die beräumte Sohle glühende Kohlen zu schütten, diese mit Spänen und kleinem Holze zu bedecken, um darauf das Holz zu schlichten, ist nicht nur an sich unnöthig und zwecklos, sondern auch minder wirksam, weil hier die ganze Vorrichtung schnell, sonach unvollständig erfolgen muss, da man gewissermasen mit dem Anzünden anfängt; das Brennen aber ohne starken Luftzug ein bloses Glühen und Schwälen bleibt; endlich gefährlich wegen des sich sogleich entwickelnden Rauches und Kohlenoxydgases.

Am ersten möchten sich hier noch, wie schon oben in §. 5. erwähnt wurde, Kohlen anwenden lassen, wenn nicht die dort schon genannten Uebelstände statt fänden.

Nützlich könnte endlich hier eine Vorrichtung nach Art der Prägelkatze wirken, jedoch von der Einrichtung und Behandlung, dass durch einen mehr gewölbten Deckel die Flamme des an dem einen Ende unterhaltenen Feuers nach der Weise eines Reverberirofens nach dem anderen Ende gegen die Sohle hinabgelenkt würde, und auf diese als Stichflamme wirkte.

§. 9. Anwendung des Feuersetzens zum Betriebe von Bauen.

Das Feuersetzen kann angewendet werden zum Betriebe

1) von Strecken — Ortsbetrieb;
2) Abbauen;
3) Ueberhauen, und selbst
4) Abteufen.

§. 10. Der Ortsbetrieb,

ist durch Feuersetzen allein schwer regelmäsig zu bewirken, daher er grösserentheils durch Schiesarbeit unterstützt

wird, an deren Stelle in früherer Zeit, als man letztere noch nicht kannte, wahrscheinlich Keilhauen-, Schlägel- und Eisen- und Hereintreibe-Arbeit stand.

A. Ortsbetrieb mit Hülfe der Prägelkatze (in Felsöbanya und Ohlahlaposbanya). Nachdem gehörig beräumt ist, wird die Katze in der in §. 4. angegebenen Weise vor dem Orte aufgestellt, mit den Blechen bedeckt, zwischen diese und die Seiten der Strecke, sowie oben darauf man schon gewonnenes Hanfwerk schlichtet, Holz darunter gelegt und angezündet. Das Feuer wird durch aus der Ferne mit Krücke und Gabel untergeschürtes Holz, — je 4 bis 5 Stückchen auf einmal, — unterhalten, dabei die Asche von Zeit zu Zeit weggezogen, und diess so lange fortgesetzt, als es das Ueberhandnehmen des Rauches und der Hitze gestatten; wohl 14 bis 15 Stunden lang, wobei gewöhnlich eine Klafter kleines Holz zu 4 Fus Breite, 3 Fus Höhe und 1½ Fus Dicke verbrannt wird. Hierauf wird das Feuern eingestellt, das noch heise Gestein mit Wasser bespritzt, um das Abspringen von Schalen zu fördern, welche man nun abklopft und abstöst, und sofort wieder Feuer gesetzt. So fährt man fort, bis der Einbruch 1½ bis 2 Fus tief, 2½ bis 3 Fus weit und hoch ist*). Je tiefer, desto mehr wirkt die vollständiger zu-sammengehaltene Hitze.

Sodann wird das Ort ausgeweitet; erst auf einer dann auf der andern Seite, wozu man das Holz ohne Katze in den Einbruch setzt und nur durch die vorgestellten Bleche leitet; obschon man, bei mehr Weitung auch mit der Katze zur Seite arbeiten kann. Ist man nach und nach durch diese abwechselnde Arbeit ein Stück, etwa 1 Klafter, vorwärts gekommen, und das Ort hat, wie gewöhnlich, noch nicht die nöthige Höhe, so wird nun erst letztere durch Förstenbrand nachgeholt, wozu man niedrige Schränke von eben solchem kleinem Holze gleich oben auf die Katze

*) Das stattfindende und charakteristische Rund- und Glattausarbeiten bezeichnet man eben so entsprechend, als „das Lecken der Katze.“

Digitized by Google

setzt. (Vgl. über diese Betriebsweise Delius, Bergbaukunst a. a. O.)

Obschon sich mit der Katze das Feuer bei geschickter Handhabung der Angriff weit vollkommener leiten lässt, als irgend bei freiem Feuer, daher auch der untere Theil des Stoses besser angegriffen wird, ja manche Prägler es verstehen, selbst nach unten, gegen die Sohle damit zu wirken, so ist es doch gewöhnlich nöthig, von Zeit zu Zeit letztere, sowie das ganze Ort, durch Schiesen zu berichtigen, indem sie nicht nur gern ansteigt, sondern auch, namentlich auf Gängen, das Feuer die minderfesten Schichten ausarbeitet, die festeren aber stehen lässt, daher diese schon desshalb nachgeschossen werden müssen. Die ganz eigenthümliche Wirkungsweise der Prägelkatze zeigen bei dem mehrgenannten Bergbaue in Ungarn die Ueberreste von Oertern in alten Bauen daselbst, welche, lediglich mit jener betrieben, sich oft nur als runde Löcher und von 2½ bis 3½ Fus Höhe und Weite darstellen.

B. Ortsbetrieb ohne Prägelkatze, ist der gewöhnliche.

Nach der älteren Weise wurde, sofern kein Ausschram vorhanden war, gleich damit begonnen, an dem Ortstos in der §. 8. für Seitenbrand beschriebenen Weise Feuer zu setzen, entweder in einem Schranke mit oben darauf schräg gestellten Scheiten, bei gröserer Ortsbreite sogar gleich in mehreren Schränken neben einander; oder nur mit schräg angelegten Scheiten, in einer Lage oder auch zwei Haufen über einander; (Vergl. Agricola a. a. O. Buch V. S. 83.) Zu Danemora in Schweden stellt man nach Hausmann a. a. O. Thl. IV. S. 89. sogar 3 bis 6 Reihen Scheite vor einander, desto steiler aufgerichtet, je mehr das Feuer den Stos angreifen soll; jetzt hingegen wird öfter damit begonnen, gleich von der Sohle an aufwärts einen Einbruch zu schiesen, theils um die Hitze zusammen zu halten, theils um das Gestein rauh zu machen, Klüfte zu öffnen, und dann erst mit Feuersetzen fortzufahren. Von Zeit zu Zeit wird ersteres wiederholt, zugleich um die Sohle nachzuholen

Digitized by Google

und den Stos zu berichtigen, weil erstere dabei stark aufsteigt und letzterer sich auf den Rücken legt (wie Taf. X. Fig. 14.)

War aber, besonders beim Betriebe auf Gängen, Ausschram vorhanden, oder konnte man bei schmalen Gängen im Nebengestein schrämen, so geschah diess in älterer Zeit (Vgl. Agricola a. a. O. Buch V. S. 83. 84. und Rössler, Bergbausp. Buch III. Cap. 4. §. 2.) zuerst, worauf in den Schram Feuer gesetzt wurde; heut zu Tage und seit vollständiger Einführung des Schiesens wird vor Oertern der Art nicht oft Feuer gesetzt, doch findet dieses vorbereitende Aushauen eines Schrames auch jetzt noch Anwendung. (Vgl. u. A. Freiesleben, Bemerkungen üb. d. Harz. Thl. I. §. 725. S. 453.)

Nach jedesmaligem Beräumen ist so bald als möglich wieder Feuer zu setzen, um die im Gestein noch enthaltene Hitze zu benutzen. (S. oben.) Die ersten Brände vor einem neuen Orte wirken nicht viel. Manchmal, wie z. B. in Altenberg, wo freilich diese Arbeit zum Ortsbetriebe nicht mehr häufig Anwendung findet, vergehen freilich mehrere Tage dazwischen, dahingegen folgen in Norwegen und Schweden die Feuer schnell auf einander, und Böbert (Vgl. Karsten und v. Dechen, Arch. f. Min. Bd. XIV. (1840.) S. 471.) hat es bei dem Kobaltbergbaue bei Skuterud sogar sehr vortheilhaft gefunden, die Häuer gleich eine ganze Woche lang in der Grube zu lassen (Stollnortsbetrieb), dergestalt, dass sie während des Brennens ruhten, um die Feuer so nahe als möglich nach einander, und unter bester Benutzung des Erfolges setzen zu können. Dazu gehört dann freilich ein besonders guter Wetterzug. Dort wurde nur dann das Feuersetzen mit Bohren und Schiesen vertauscht, wenn quer über das Ort setzende Glimmerbänder ersteres sehr erschwerten, manchmal alle Wirkung vereitelten.

Zu Sala in Schweden werden auf diese Weise breite Oerter getrieben, die wohl gleich mehrere Gänge und Trümer zusammenfassen, die neben einander hinsetzen, was wahrscheinlich früher zu Ehrenfrieders-

Digitized by Google

dorf in Sachsen auf den dortigen mächtigen Zwittergangzügen auch geschehen seyn mag.

Uebrigens wendet man an manchen Orten, auch wo Scheitholz in Gebrauch ist, zum Seitenbrande bei Ortsbetrieb gern schwächere Scheite an, als für die gröseren Feuer in Abbauen.

§. 10. Der Betrieb von Abbauen.

Bei dem Betriebe von Abbauen steht das Schiesen noch am selbstständigsten, nicht unterstützt von anderen Gewinnungsarbeiten da, während letztere bei dem Betriebe von Oertern, Abteufen und Ueberhauen nicht entbehrt werden können.

Zwar möchte man jede Art von Abbauen im Falle der Nothwendigkeit durch Feuersetzen betreiben können, die demselben eigenthümlichste ist jedoch die durch grose Weitungen, Brennörter, Brennweiten.

Seltener findet der umgekehrte Fall statt, dass nehmlich Ortsbetrieb und Abteufen mit Feuersetzen, Abbaue aber mit Schiesen betrieben werden, doch kommt dies nach Hausmann a. a. O. Thl. IV. S. 88. zu Danemora in Schweden vor, ferner auch zu Bajutz in Siebenbürgen, ja selbst zu Geier in Sachsen.

A. Der Betrieb von Brennörtern, ist hauptsächlich auf Stockwerke und andere mächtige Lagerstätten anwendbar, wo er das Meiste unter allen fördert. Er beginnt mit der Erweiterung eines Längenortes, indem man in dessen Seitenstösen wiederholt Feuer setzt. Mit zunehmender Ausweitung kommt die Förste grosentheils von selbst mit herein, indem die Flamme von den zum Seitenbrande aufgesetzten Schränken sich an jener stöst und der Wölbung derselben folgt, besonders wenn man, wie gewöhnlich, das Holz bis nahe unter die Förste, oder gar nach der in §. 8. vom Rammelsberge erwähnten Weise, bis dicht darunter setzt, oder man holt sie von Zeit zu Zeit ausdrücklich mit Förstenbrand nach, was bei schon zunehmender Weite nöthig zu seyn pflegt.

Je mehr aber die Weite des Raumes zunimmt, desto gröser können die Feuer auf einmal gesetzt werden, worin man es ehemals sehr übertrieben haben mag (wovon

Digitized by Google

n §. 13. mehr). Ebenso wurden früher in solchen Weiten zwei, vier, sechs Stöse, wohl häufig ringsherum mit einem Male Stos, an Stos gesetzt (Vgl. Rössler, Bergbausp. Abth. III. Cap. 24. §. 15.) Andere hingegen hielten es für vortheilhafter, abwechselnd, immer nur auf der einen und auf der anderen Seite zu setzen, indem die Flamme ohnehin an der Förste anstose und dadurch, nach dem Vorgange in einem Reverberirofen, auch auf die andere Seite wirke. (Vgl. Rössler a. a. O. §. 18.)

So wie nach dem Ausbrennen des Feuers Hitze und Rauch es gestatten, fahren die Arbeiter herzu, stosen die gelösten, aber noch am Gestein hängenden Schalen — welche bei weitem den grösten Theil bilden, — mit Stosstangen herein, klopfen mit Fäusteln ab u. s. f. zuerst in der Förste, um sich den Kopf zu sichern, sodann in den Seiten, so allmälig vorrückend. Bei zunehmender Höhe wird die Gefahr gröser, es müssen Fahrten angesetzt werden; einer stöst los, während ein zweiter mit einem Grubenlichte an einer langen Stange dazu leuchtet.

Hängen einzelne Wände noch zu fest, so wird auch wohl nachträglich ein noch zweites Feuer darunter gemacht.

So wie die Höhe wächst, setzt man die Schränke auf eine Unterlage von schon hereingefeuerten Wänden, einen sogenannten Heerd, und rückt so nach. War übrigens früher bei sehr grosen, auf einmal gesetzten Feuern zu befürchten, dass das Anzünden nicht schnell genug erfolgen, daher für die dasselbe verrichtenden Arbeiter wegen des Rauches gefährlich werden könne, so wurde es auch wohl mit Lauffeuern aus Reissholz u. dgl. bewirkt. (Vgl. Rössler a. a. O. §. 17.) So fuhr man sonst fort, bis das Ort 3, 5 bis 6 und mehr Lr. Weite, 3, 4 bis 6 Lr. Höhe hatte, jedoch ist es nicht rathsam Weite und Höhe so gros werden zu lassen, weil sonst Brüche noch weniger verhütet werden können, namentlich noch mehr in obere Sohlen hinausgreifen, und die dortigen Weitungen mit hineinziehen, als solches ohnehin

Digitized by Google

der Fall ist, indem überhaupt Bruch die gewöhnliche Folge jedes längere Zeit mit Feuersetzen betriebenen Abbaues ist.

B. Der Betrieb von Försten- und Strossen-Bauen, geschieht durch Seiten-, der erstere wohl auch durch Förften-Brand; Förstenbaue sind überhaupt vortheilhafter auf diese Weise zu betreiben, als Strossenbaue, weil sie die Hitze nach oben zusammenhalten. Eine sicherste Grenze zwischen ihnen und Brennweiten ist oft nicht zu machen, wie z. B. der Abbau im Rammelsberge, in Streifen vom Liegenden gegen das Hangende des Lagers fortschreitend, ebenfalls als eine Art Förstenbau zn betrachten ist.

Strossen für Feuersetzen müssen wenigstens möglichst hoch seyn.

Besondere Vorschriften sind über das Verfahren dabei nicht zu geben.

Ein sehr grosartiger und ganz anders betriebener Abbau durch Förstebrennen ist aber der zu Felsöbanya, auf den dortigen durchschnittlich 2 bis 4 Klafter mächtigen Gängen, schon längst eingeführte, (Vgl. Delius, Bergbaukunst, Abschn. II. Cap. 1. §. 210. 211. und v. Born, mineralog. Briefe, Br. XVIII. S. 159.)

Nachdem auf dem Gange eine streichende Strecke ein Stück weit fortgetrieben worden ist, so greift man die Förste an. Man setzt dazu nach der in §. 8. beschriebenen Weise eine Reihe kleiner Schränke von kurzem, kleingespaltenem Holze, auf 8 bis 20, zuweilen aber auch bis auf 100 Klafter Länge auf einmal, bei breiteren Strecken von mehr als 6 Fus setzt man von dergl. Reihen 2 bis 3 neben einander, welche aber die Förste nicht ganz erreichen, (S. Taf. X. Fig. 15.) daher bei flachem Fallen die am Hangenden hin stehenden auch wohl niedriger sind, überhaupt aber dann die Stöse mehr am Liegenden gesetzt werden, weil die Flamme ohnehin gegen das Hangende schlägt.

Die beiden Ulmen werden durch angesetzte grose Berg- und Erz-Schalen vor der Hitze geschützt. Jetzt werden die Schränke an dem einen Ende, von woher

der Wetterzug kommt, angezündet, das Feuer verbreitet sich bei dieser Art der Vorrichtung sehr schnell und bald ist Alles in Flammen. Es kann nicht fehlen, dass der gleichzeitige Angriff einer so grosen Fläche auf einmal in einem so geschlossenen Raume sehr grose Wirkung thut; auf die ganze Länge platzen die Schalen mit Knallen gleich Kanonenschüssen, ab.

So wie nach dem Erlöschen die Annäherung möglich ist, wird die Förste abgeklopft, beräumt, und zu neuem Setzen vorgerichtet. Ist erst der Raum hoch genug, so wird die Strecke frei gemacht, darüber Kasten geschlagen, mit klaren Bergen und Grubenklein bedeckt, und auf diese das Feuer gesetzt, welche Unterlage von da an durch einen Theil der hereingefeuerten Masse in demselben Mase erhöht als die Förste hereingebrannt wird. In diesem Haufwerke werden nicht nur von Zeit zu Zeit Rollen zum Hinabfördern des übrigen Theiles, sondern auch Oeffnungen für den Wetterzug (sogenannte Feuerlöcher,) ausgespart. Ist man endlich auf eine bestimmte Höhe, z. B. bis nahe unter einen oberen Bau, bis zur oberen Endschaft der Bauwürdigkeit dergl. gekommen, so stellt man die Arbeit ein und lässt das Hereingefeuerte unten nach und nach abrollen.

Sollte die bauwürdige Mächtigkeit des Ganges gröser seyn, so theilt man sie in einzelne streichende Streifen oder Schichten, die man auf dieselbe Weise, wie lauter einzelne Gänge hereinbrennt.

Uebrigens benutzt man die Hitze in der Nähe dieser Baue gleichzeitig dazu, das Brandholz vorzutrocknen.

C. Andere Anwendungen fand das Feuersetzen in älterer Zeit, auch noch im Vereine mit anderen Gewinnungsweisen als Vor- oder als Nach-Arbeit. Eine solche, als Vorarbeit, noch zu Ende des siebzehnten Jahrhunderts auf den mächtigeren ehrenfriedersdorfer Zwittergängen gangbare Gewinnung wurde schon in der Abtheilung V. §. 73. Nr. 48. erwähnt, nehmlich: dass mit Feuersetzen das Hangende oder Liegende hereingebrannt, gewissermasen verschrämt und sodann die übrige Mächtigkeit nachgeschossen (früher wahrscheinlich herein-

gekeilt) wurde. In anderer Art, als Nacharbeit, kam es zu jener Zeit auf den schmäleren Zwittergängen mit Ausschram zu Altenberg, ausserhalb des Stockwerkes vor, wo nach vorhergegangenem Ausschrämen des Ganges mit der Keilhaue die festeren Salbänder hereingefeuert wurden. Jetzt noch wird es ebendaselbst zum Ausweiten von Oertern angewendet, die ursprünglich mit Schiesen vorausgetrieben sind.

Endlich bedient man sich desselben in untergeordneter Weise auch beim Bruchbaue zu Altenberg, um einzelne grösere Wände — Strossen — im Bruche zu zerkleinen und zu gewinnen, wozu man an und unter dieselben kleine Feuer, aus kleingespaltenem *Holze*, nach Erfordern auf dazu geschlagene Feuerbühnen, setzt.

§. 12. Der Betrieb von Abteufen und Ueberhauen durch Feuersetzen.

A. Der Betrieb von Abteufen unmittelbar und blos durch diese Arbeit, also nur durch Sohlenbrand, möchte wegen der schon oben angegebenen geringen Wirkung des letzteren stets sehr schwierig und aufhältlich seyn. Ein wesentliches Erforderniss ist: die Sohle stets sorgfältig zu beräumen, trocken zu erhalten, und hinreichende Wetter zuzuführen.

Für letzteres hätte man von der Schachtmündung weg einen Schachtscheider — Taf. X. Fig. 17. a — bis zu dem Feuer hinabzuführen, welches, sowohl um dessen Wirkung nach der Sohle zu drängen, als auch diesen Schachtscheider nicht anzustecken, mit Steinplatten gut abgedeckt wird. Ist das Abteufen von einer Strecke niedergebracht, so ist diese durch eine Wetterblende zu schliesen, um so die auf jener herbeikommenden Wetter hinab nach dem Feuer zu weisen, welche von da auf der anderen Seite des Schachtscheiders wieder in die Höhe steigen. Bei einem von Tage niedergehenden Abteufen würde wenigstens der Schachtscheider noch über die Mündung hinauszuführen seyn, um für gleichen Zweck eine Wetterprelle herzustellen, sofern nicht geradezu ein Windfang anderer Art — Wetterhut u. dergl. — angebracht wird.

Digitized by Google

Die Holzlagen werden hier dicht zusammengeschlichtet, nur mit einigen Durchgängen versehen, um den Zug zu erhalten.

Es scheint aber überhaupt, als ob die Alten, jene Schwierigkeiten kennend, auch schon zu der Zeit, wo ihnen die Hülfe des Schiesens noch nicht zu Gebote stand, oder wenigstens nur in sehr beschränkter Weise benutzt wurde, sich selten des Feuersetzens in dieser Art bedienten, sondern mit Eisenarbeit (Vgl. Rössler, hellpol. Bergbausp. Buch III. Cap. 24. §. 5.) entweder, wo möglich, auf einer Kluft eng niedergingen und dann den Schacht durch Feuersetzen nur erweiterten, oder, wenn die beabsichtigte Schachtrichtung, z. B. bei saigeren Schichten, nicht mit einer Kluft zusammenfiel, auf einer anderen eng abteuften, von ihr aus nach der Oertung des beabsichtigten Schachtes mit einem Orte auslängten und hier den Schacht durch Uebersichbrechen anlegten; so von Sohle zu Sohle tiefer gingen. (Vgl. Rössler a. a. O. §. 6.)

B. Das Ueberhauen (Uebersichbrechen) durch Feuersetzen, ist natürlich weit vortheilhafter. Es geht mit gewöhnlichem Förstenbrande vor sich. Hat man mit demselben die Förste hoch genug hereingefeuert, so wird, wie bei Förstenbrande auf Gängen, öfters auch schon in Weitungen, eine Feuerbühne von starkem Holze geschlagen (Taf. X. Fig. 18. a) mit altem, feuchtem Grubenholze und sodann mit Bergwänden bedeckt und darauf das Feuer gesetzt, die Strecke darunter aber ebenfalls mit einer Wetterblende b geschlossen, welche die auf jener herbeiziehenden Wetter zwingt, nach dem Feuer hinauf und auf der anderen Seite wieder hinabzusteigen, wozu auf beiden Seiten der Bühne der, schon ohnehin für die Fahrung nöthige, Zwischenraum offen bleibt. Die hereingefeuerten Berge dienen auch hier dazu, die Bühne allmälig zu erhöhen und mit dem Feuer nachzurücken, bis man, in einer oberen Sohle durchschlägig geworden, dieselben unten abrollen lassen, und die Bühne wegschlagen kann.

In jetziger Zeit werden übrigens Abteufen und Ueberhauen, soweit sie noch durch Feuersetzen betrieben

45*

werden (wie z. B. in Danemora, Sala, in Schweden), allemal sehr zweckmäsig, durch Schiesen zu unterstützen, wenigstens von Zeit zu Zeit nachträglich zu berichtigen seyn. An manchen Orten, wie z. B. auf Salbergs Grube in Norwegen (Vgl. Hausmann a. a. O. Thl. II. (1812.) S. 174.) wird im Nebengestein mit Feuersetzen und Schiesen, auf dem Eisenstein aber mit Schiesen allein abgesunken.

§. 13. Im Allgemeinen ist noch zu bemerken:

1) dass da, wo häufige und grose Feuer gesetzt werden, die Arbeiter der grosen Hitze wegen entweder ganz unbekleidet gehen, wie z. B. im Rammelsberge, oder nur in Beinkleidern, wie in Felsöbanya die Füse zweckmäsig durch hölzerne Sohlen geschützt, die nur durch dergleichen Bügel an ersteren erhalten werden. Gegen die sich etwa entwickelnden starken Schwefeldämpfe, ja wohl schon gegen den Rauch, sind Mund und Gesicht durch umgebundene Tücher zu verwahren. (Vgl. Rössler, hellpol. Bergbausp. Buch II. Cap. 4. S. 4. — Freiesleben, Bemerkungen über den Harz, Thl. I. §. 735.)

2) Um die Störuugen, welche in ausgedehnten Gruben aus dem wiederholten Feuersetzen durch Hitze, Rauch u. dergl. für den ganzen Betrieb erwachsen, nur auf die unvermeidlichsten zu beschränken, darf das Feuersetzen nicht zu solchen Zeiten vorgenommen werden, zu denen in Bauen, auf welche sich jener Einfluss erstreckt, andere Arbeiten im Gange sind, überhaupt Arbeiter sich in der Grube aufhalten. Wo daher alle Tage Feuer gesetzt wird, was jetzt seltener als ehemals der Fall ist, geschieht diess in der Nacht, indem Nachmittags oder Abends angesteckt wird, so dass es in der Nacht ausbrennen und bis zum anderen Morgen Hitze und Rauch sich verziehen kann*). (Vgl. darüber Jars metall

*) Die oben angeführten alten goslar'schen Berggesetze schreiben daher nicht nur die Zeit vor, wenn Abends angesteckt, sondern auch wenn in der Nacht ausgelöscht werden soll, letzteres nehmlich „zu Primelauten in Frankenberg". (Vgl. A. F. Schaumann, die goslar'schen Berggesetze. §. 100.)

Digitized by Google

Reisen, Uebersetzung von Gerhard, Thl. I. S. 210; und Thl. III. S. 102. über Danemora u. Kongsberg. — Annuaire du journal des mines de Russie, ann. 1840. p. 423. von einer Zinngrube zu Onon in Russland.

An Orten aber, wo der Rauch sich langsam verzieht, dazu auch grose Feuer gesetzt werden, sowie in Abbauen, darf überhaupt nur zu gewissen Tagen in der Woche angesteckt werden, am gewöhnlichsten Sonnabends oder auch Freitags da, wo nach alter Weise Sonnabends nicht angefahren wird. Bis Montags ist das Feuer ausgebrannt und ausgekühlt; die gelösten Schalen werden dann abgeklopft und abgearbeitet, an Stellen wo einzelne Feuer nicht fortgebrannt oder nicht gehörig gewirkt haben, werden Montags noch nachträglich kleine Feuer gesetzt. In der übrigen Woche wird der Bau beräumt, nachgeschossen, zu neuem Feuersetzen vorgerichtet, Holz angefördert und aufgeschlichtet. An manchen Orten wird auch schon Sonntags Nachmittags ausgelöscht. Dabei arbeiten gewöhnlich mehrere Leute zusammen; bei kleinen Feuern aber oft nur einer, die Förderleute ungerechnet. Ebenso hat beim Förstenbrennen mit langen Reihen Holzstösen in Ungarn ein Mann 4 oder auch wohl 6 Klafter Länge zu versorgen.

An anderen Orten wird wenigstens zwei-, ja dreimal in der Woche, daher ausser Sonnabends auch Mittwochs oder Donnerstags Feuer gesetzt, z. B. in dem mehrerwähnten Felsöbanya. Ueberhaupt ändern sich diese Bestimmungen im Laufe der Zeit selbst für einen und denselben Ort. (Vgl. Delius, Bergbauk. Abschn. II. Cap. 1. §. 213. — v. Born, miner. Briefe, Br. XVIII. S. 159. 161. — Hausmann, der hannöversche Harz, S. 232.; Freiesleben, Bemerkungen über den Harz, Thl. I. §. 733. — Rössler, hellpol. Bergbausp. B. III. Cap. 4. §. 4. u. A.)

Nachdem alle übrigen Arbeiter die Gruben verlassen haben, erfolgt das Anstecken durch besonders dazu beauftragte Leute — Feuerwächter, — welche auch während des Brennens in der Grube bleiben, um das Feuer zu überwachen, dass es nicht an gefährlichen

Digitized by Google

Punkten um sich greift, zu gehöriger Zeit auszulöschen, wenn es nicht ausgebrannt ist u. s. f. Kleine Feuer für Ortsbetrieb stecken die Häuer auch selbst an; dasselbe geschieht natürlich allemal da, wo mit der Prägelkatze gearbeitet wird, oder wie in dem in §. 10. angeführten Beispiele von Skuterud in Norwegen, die Häuer acht Tage lang in der Grube bleibend, schnell hintereinander Feuer setzen.

Grose Feuer, wie in Abbauen, müssen in der ganzen Grube gleichzeitig angesteckt werden. Die Häuer richten dazu die Holzstöse und Schränke vor, legen die Anstösel daneben, bezeichnen die Strecken und Orte, wo diess geschehen, durch Späne oder dergl. und fahren aus. Hierauf stecken die Feuerwächter an.

Das Anstecken der Feuer beginnt allemal von derjenigen Seite her, wohin die Wetter ziehen, weil sonst der Rauch dem Fortschreiten des Ansteckens folgen und somit dasselbe nicht nur sehr erschweren, oft ganz unmöglich machen, sondern auch den Arbeitern sehr gefährlich werden würde; in oberen Teufen zuerst. Der Wetterzug muss desshalb durch Blenden und ähnliche Vorrichtungen gehörig geleitet werden. Sehr gefährlich ist es daher, in Gruben Feuer zu setzen, wo er zuweilen plötzlich umsetzt. Dass eben so wenig auf Kiesen gesetzt werden darf, welche so viel Schwefel halten, dass sie von selbst fort- und daher weiterbrennen können, wie endlich auch nicht in der Nähe von Zimmerung, ist schon oben in §. 3. erwähnt worden. Ist aber im letzteren Falle diese Art der Gewinnung doch nöthig, z. B. bei Bruchbau, so kann sie 1) nur durch kleine Feuer erfolgen, 2) muss die Zimmerung durch angeworfenen Lehm und Bedeckung mit feuchtem Grubenholze geschützt, 3) darf das Feuer — eigentlich — nicht sich allein überlassen, sondern muss stets beaufsichtigt werden.

§. 14. Die Gröse der Feuer ist, wie schon in §. 7. bemerkt wurde, nicht unwichtig, indem zu kleine Feuer unverhältnissmäsig weniger zu leisten vermögen, ebenso zu grose, insbesondere lange brennende, besonders wenn eine eben angemessene Gröse auch einen

hinreichenden Bereich für ihre Wirkung findet, so in Brennweiten und anderen weiten Abbauen.

Zum Betriebe von Oertern von den gewöhnlichen Masverhältnissen, d. i. ¾ bis 1 Lr. Höhe, ½ bis ¾ Lr. Weite, setzt man immer nur 15 bis 20 Scheite von 3, 3½ bis 4 Fus Länge oder auch ⅛ bis ⅙ Klftr. — wie in Altenberg, in Stösen von 1¾ bis 2 Ellen Höhe (Vgl. Rössler, Bergbausp. Buch III. Cap. 24. §. 13. 14.) diese brennt ¾ bis 4 Stunden.

Die Schräuke zum Förstebrennen auf dem Rammelsberge sollen eigentlich nicht über ¾ Lr. hoch seyn und brennen 2 bis 3 Stunden. (Vgl. Karsten u. v. Dechen, Arch. f. Miner. Band XIV. (1840.) S. 473.)

Mit der Prägelkatze in Felsöbanya verwendet man auf einmal 1 Klafter kleines Holz zu 4 wien. Fus Breite, 3 Fus Höhe, 1 Fus Länge (= 18 Cub.-Fus), welche 14 bis 15 Stunden brennt.

In früherer Zeit setzte man vor Brennörtern 3 bis 6 Klafter, in Weitungen 18 bis 27 Klafter Scheitholz von 6 Fus Höhe und Breite und 3½ Fus Länge. (Vgl. Rössler a. a. O. Buch III. Cap. 4. §. 4. u. Cap. 24. §. 19.)

Auch zu Sala in Schweden setzte man beim Ortsbetriebe nach Andrada (in C. A. S. Hoffmann, neues bergmänn. Journ. Bd. III. (1802.) S. 293.) auf einmal 5½ Stafrum Holz, das Stafrum nach Hausmann a. a. O. Thl. IV. S. 293. zu 5 Fus Länge, 6½ Fus Höhe und Breite). Jetzt setzt man selbst zu gröseren Feuern in Sachsen nur 1, 1½ bis 2 Klaftern auf einmal.

§. 15. Ausser zum Betriebe von Grubenbauen hat man aber das Feuersetzen auch noch dann und wann für andere obschon verwandte Zwecke, theilweis in etwas umgeänderter Weise, benutzt.

Zum Sprengen freiliegender Feldsteine scheint es, nach Cronstedt in den Abhandlungen der k. schwed. Akad. der Wissenschaften, Jahrg. 1761. (Bd. XXIII.) deutsche Uebersetzung S. 198.) in Schweden schon längst, ja sogar mehr als das Zerspalten durch Keile, angewendet worden zu seyn. Auf den Stein wurde

Digitized by Google

dazu in der Richtung, in welcher er zerspringen sollte, Theer gestrichen und dieser angezündet (eine dazu eingehauene Rinne würde wohl noch wirksamer, wenn auch umständlicher seyn).

Ebenfalls für freiliegende Blöcke soll nach dem Bulletin des sciences technol. t. III. (1825.) p. 166, Mackenzie in Schottland Feuersetzen an der Stelle des Sprengens mit Pulver in der Weise mit vielem Nutzen angewendet haben, dass er auf der Oberfläche des Steines mit Turf, Reissig und Gestrüppe, welche durch Rasen und Steine zusammengehalten werden, 5 bis 6 Stunden lang ein lebhaftes Feuer unterhält, bis der Stein stark genug erhitzt ist, worauf letzterer plötzlich mit Wasser, oder auch nur dadurch abgekühlt wird, dass man ihn der Einwirkung der Luft Preis giebt. Die entstandenen Spalten werden mit Keilen erweitert.

Vielleicht in Folge des in jenem Aufsatze ausgesprochenen Wunsches, dass jenes Verfahren auch auf Granit anwendbar seyn möchte, war es, dass man es in den Granitbrüchen in den Vogesen bei Massen versuchte, welche schon von Natur zerklüftet waren; man fand jedoch dabei, dass nicht nur eine sehr grose Menge Brennmaterial aufging, sondern auch die Spaltflächen so uneben, convex und concav wurden, dass man die gewonnenen Blöcke nachmals erst wieder zertheilen musste. (Vgl. Bull. des sciences techn. t. XI. (1829.) p. 81.)

Endlich soll man nach Lardner (Vgl. Dingler, pol. Journ. Bd. LXXXVII. (1843.) S. 317.) in Nordamerika das Verfahren dahin abgeändert haben, dass man in der Richtung der beabsichtigten Trennung ein einige Zoll tiefes Loch einmeiselt und in diesem das Feuer so lange unterhält, bis der Stein hinreichend erhitzt ist, so dass er mit Wasser begossen zerspringt. Es sollen dadurch bis 80 Fus lange und 6 Fus starke Blöcke abgesprengt worden seyn, was wohl voraussetzt, dass man eine ganze Reihe solcher Löcher vorgerichtet habe; ob aber für Abtrennung regelmäsiger und groser Blöcke nicht die gewöhnliche in Abth. IV. beschriebene Weise mit Keilen

Digitized by Google

förderlicher, sicherer und wohlfeiler seyn sollte, möchte kaum in Frage kommen können.

§. 16. Leistung des Feuersetzens. 1) Zu Altenberg in Sachsen (Quarzporphyr mit Zwittergängen u. s. f.) kann man vor Längenörtern von 1 Lr. Höhe und $\frac{1}{2}$ bis $\frac{7}{10}$ Lr. Weite auf 1 Cub.-Lr. 12 bis 18 Klftr. $\frac{7}{4}$elliges weiches Scheitholz und 70 bis 130 Häuerschichten rechnen.

2) Vor einem Brennorte von mindestens $1\frac{3}{4}$ Lr. Höhe und $1\frac{1}{4}$ Lr. Weite kann in der Regel mit $1\frac{1}{2}$ Klafter (à 126 Cub.-Fus) Scheitholz und ebensoviel (altem) Deckholze 0,226 Cub.-Lr. anstehendes Gestein gewonnen werden, so dass zu einem Cub.-Lr. 6,637 d. i. ca. $6\frac{2}{3}$ Klafter Holz erforderlich sind, nächstdem 22,1 Schichten von 1 Häuer und 1 bis 2 Karrnläufern. (Vgl. Kalender für den sächs. Berg- und Hütten-Mann. 1835. S. 16.)

3) Bei einem Betriebe zur Vergleichung des Feuersetzens mit Bohren und Schiesen, vor einem $1\frac{1}{4}$ Lr. hohen, $\frac{1}{2}$ Lr. weiten Orte fand man, dass auf 1 Lr. Ortslänge von 0,625 Cub.-Lr. Inhalt 33 Feuer, $8\frac{1}{4}$ Klftr. $\frac{7}{4}$elliges frisches Scheitholz ebensoviel $\frac{6}{4}$elliges altes Grubenholz und 66 Häuerschichten nöthig waren.

Beim Betriebe desselben Ortes, von mittelmäsiger Festigkeit mit Bohren und Schiesen aber brauchte man auf 1 Lr. Länge 102 achtstündige Schichten, 2071 Bohrlöcher von 10 bis 15 Zoll Tiefe $1\frac{1}{16}$ bis $\frac{15}{16}$ Zoll Weite 18 Pfund Pulver; verschlagen wurden 1020 Stück Bohrer und 2 Schock Bergeisen. Der Gesammtaufwand verhielt sich = 2 : 1.

Vor Längenörtern ist daher das Feuersetzen allein nicht vortheilhaft, sondern mit Schiesen zu verbinden, wodurch die Leistung um die Hälfte gesteigert wird.

4) In Ehrenfriedersdorf in Sachsen, auf den mächtigen Zwittergangzügen gewann man früher mit Strossen- und Förlsten-Bau 1 Cub.-Lr. von 6 bis 800 Ctr. in 80 Schichten mit 2 bis 3 Klftr. Holz und 15 Pfund Pulver.

5) Auf dem Nasskittel zu Geier hat man früher

mit einem Feuer von ½ Klafter Scheit- und ½ Klftr. Stockholz 120 Ctr. Zwitter gewonnen. Zur Bedeckung des Feuers brauchte man 2½ Fuhren (zu 18 Kübel à 2500 Cub.-Zoll) Setzgrobes.

6) Im Rammelsberge brauchte man (in den Jahren 1830—31 zur Gewinnung von 1000 Treiben 3000 Malter Holz (à 24¹⁹/₂₄ Cub.-Fus,) d. i. zu 313480 Cub.-Fus (= 280000 Centner) 74375 Cub.-Fus Tannenholz*). (Vgl. J. F. L. Hausmann, der hannöv. Harz. (Göttingen 1832.) S. 231. 234.)

7) Bei im Rammelsberge angestellten Versuchen zur Vergleichung von Turf gegen Holz ergaben sich die Kosten bei ersterem gegen letzteres

a) bei Seitenbrand = 87 : 2⅑,
b) bei Förstenbrand = 25 : 1.

(Vgl. Karsten, Arch. f. Bergb. Bd. IV. (1821.) S. 278.)

8) Bei ebendaselbst angestellten Versuchen zur Vergleichung des Feuersetzens mit Bohren und Schiesen ergaben sich, die Kosten des ersteren = 1 gesetzt, die des letzteren auf verschiedenen Bauen = 1,7595, 0,6867 : 1,3113 : 2,537.

9) Nach Hausmann, Reise etc. (Thl. II. S. 164.) gewinnt man in der Braastad (Eisen-) Grube bei Arendal in Norwegen vor 1 Lr. hohen, ¾ Lr. weiten Oertern 1 Cub.-Lr. Gestein mit 6 Cub.-Lr. Fichtenholz.

10) In Salberg's Gruben, ebendaselbst vor Oertern 1 Cub.-Lr. mit 7½ Cub.-Lr. Fichtenholz. (S. 174.) Ebenso wird

11) auf den Dalsgruben (Magneteisenstein) ebenfalls vor Oertern 1 Cub.-Lr. mit 6 Cub.-Lr. Holz gewonnen.

12) In Sala in Schweden braucht man auf 1 Cub.-Lr. Gestein in Weitungen zu gewinnen 6, zuweilen sogar nur 5 Stafrum Holz zu 211¼ Cub.-Fus und incl. Holz zu fördern 35 Tagewerke; vor Oertern von 6 bis 7 Fus

---

*) 1 braunschw. Fus nach Hülsse = 0,2853624 mètre.

Digitized by Google

Höhe, 5 bis 6 Fus Weite 8 Stafrum. (S. Hausmann a. a. O. Th. IV. (1816.) S. 293.)

13) Auf den Garpenberger Gruben in Schweden erhielt ehemals beim Oerterbrennen ein Häuer auf 1 Cub.-Lr. Gestein 10 bis 12 Stafrum Holz von 3¼ Ellen ins Cub. und fuhr bei 4 bis 5 Ellen Ortshöhe und 3 bis 4 Ellen Weite monatlich 1 bis 1¼ Lr. auf, später erhielt er auf 1 Lr. Länge 14 Stafrum (à 3 Ellen im Cub.) (S. a. a. O. Thl. IV. S. 335—337.)*)

14) Nach Böbert (in Karsten u. v. Dechen, Arch. f. Min. Bd. XIV. S. 469 u. s. f.) wurden

1) beim Betriebe des tiefen Beneckestollns zu Skuterud in Norwegen in glimmerreichem Gneus, dem Streichen der Schichten nach, bei 1¼ Lr. Ortshöhe und ¾ Lr. Weite (welche aber immer 1½ und 1 Lr. wurden) auf 123 Lr. Länge 1020 Klftr. Holz zu 137⅓ Cub.-Fus verbraucht, also auf 1 Lr. ca. 8,3 Klafter; dabei am häufigsten in 4 Wochen 2 bis 2¼ Lr. Länge aufgefahren, durchschnittlich aber 1,7 Lr.;
2) auf dem Hoffnung Stolln ebendaselbst in quarzreichem Quergestein bei denselben Masverhältnissen wurden 30 Lr. Länge mit 298 Klafter Holzverbrauch (also 1 Lr. mit 10 Klftr. Holz) aufgefahren; in 4 Wochen im Mittel 2 Lr., durchschnittlich 1,9 Lr.;
3) auf dem Ludwig Stolln in quarzreichem Quergestein mit Glimmerbändern 102 Lr., die erste Hälfte quer gegen die Schichten, die zweite denselben nach, mit 1250 Klafter; (also 1 Lr. mit 11,274 Klftr.) in 4 Wochen im Mittel 1,9 Lr. Länge. Die Arbeit ging in zwölfstündigen Schichten zu je 2 Mann.

Beim Betriebe mit Schiesen in achtstündigen Schichten, ebenfalls zu je 2 Mann wurde in 4 Wochen durchschnittlich nur 1 Lr., höchstens 1½ Lr. aufgefahren,

---

*) Vor Einführung des Schiesens wurden allein zu Danemora jährlich 12000, in den Garpenberger Gruben 6000 Stafrum Holz zu 3¼ Ellen im Cub. verbraucht. (Hausmann a. a. O. Thl. IV. S. 90. 334.)

Digitized by Google

wobei der niedrigste Gedingpreis 22½ Species, während der durchschnittliche beim Feuersetzen nur 14⅓ Sp. war.

15) In Felsöbanya kostete im Jahr 1826 auf den Borkuter Erbst. Feldörtern, jenseits des Ignatii-Gesenkes, in hornsteinartiger Gangmasse, bei 6 bis 7 Schuh Weite und Höhe, 1 wien. Schuh Länge mit Schiesen 9 fl.; mit der Prägelkatze aber durchschnittlich bei 4,54 Klaftern (à 18 Cub.-Fus) Holzverbrauch nur 7 fl. 50½ kr., mit ersterem arbeitete man in 1 Monat durchschnittl. 2½ Schuh Länge heraus, mit der Prägelkatze 10⅕ Schuh.

16) Im Jahre 1829 vor des sechsten und achten Laufs Feldörtern, jenseits des Ignatii-Gesenkes arbeitete man mit der Prägelkatze im Durchschnitt aus 4 Monaten monatlich 11⅛ Schuh Länge bei 3,09 Klftr. Holzaufwand pro Schuh (auf 44½ Schuh 138 Klftr.,) 1 Schuh kostete in Allem 6 fl. 29 kr., mit Schiesen 8 fl. 15 kr.

17) Ebendaselbst auf der Grosgrube gewann man 1834 beim Förstebrennen auf den Borkuter Brennkästen

a) bei 7 Schuh Weite in einem Monat mit 143 K. Holzaufwand in 176 Schichten, 1008 Cub.-Schuh Gänge à 2 Centner herein; 1 Centner kostete zu gewinnen 3½ kr.;

b) bei 8 Schuh Weite in einem Monate mit 81 Klftr. Holz in 138 Schichten 960 Cub.-Schuh; 1 Ctr. kostete 2½ kr.

Endlich 18) fand man durch im Jahre 1833 auf derselben Grube angestellte unmittelbare Versuche, dass bei durchschnittlich 62 Zoll Breite durch zweimaliges Brennen eine Schale von durchschnittl. 9 Zoll Dicke hereingebrennt wurde, oder in 58 Schichten mit 57 Klftr. Setzholz 441 Cub.-Schuh; 1 Cub.-Schuh kostete in Allem 3 kr. zu gewinnen.

19) In Olahlaposbanya (Siebenbürgen) arbeitete man auf dem Vorsehung Gottes Gange auf den Brennkästen im Feuerstolln bei 6 Schuh Breite in einem Monate 3½ Schuh Höhe ab, mit 118 Ctr. Setzholz und 3 Pfd. Pulver 1008 Cub.-Schuh à 2 Ctr.; davon der Centner 4,16 kr. zu gewinnen kostete.

Digitized by Google

20) Ebendaselbst auf dem Franzisci-Stolln bei 18 Fus Breite monatlich 2¾ Schuh Höhe; mit 80 Klafter Setzholz und 4 Pfd. Pulver 3564 Cub.-Schuh daher 1 Ctr. nur 1,44 kr. zu gewinnen kostet.

21) Nach einem Durchschnitte aus einigen Monaten der Jahre 1843 und 44 gewann man bei 12 bis 18 Schuh Weite auf Brennkästen mit 717 Klafter Setzholz in 2838 Schichten 8326 Cub.-Schuh Gänge. Die Gewinnung mit Feuersetzen soll dabei ½ bis 1 Mal wohlfeiler seyn, als mit Schiesen.

22) Vor einem Orte in Morgen vom Zubau-Kreuzgestänge (ebendas.) rückte man monatlich 6 und 7 Sch. vorwärts bei 4 bis 5 Klftr. Holzaufwand und 5 fl. Gedinge pr. Schuh. Mit Sprengen bei 8 bis 9 fl. Gedinge nur 2½ Schuh.

23) Nach dem Annuaire du journal des mines de Russie, ann. 1840. p. 420. kostet bei dem Zinnbergbau zu Onon 1 Cub.-Sagene*) zu gewinnen *a*) mit Feuersetzen 21,30 Rubel, *b*) mit Schiesen aber 43,5 Rubel, also ungefähr 1 : 2.

*) 1 Sagene = 2,1336 mètre; 1 Rubel = 4,08 frcs.

Digitized by Google

Anhang I.,

Ueber Unterhaltung der Gezähe. — Schmiede-Einrichtungen.

Nachdem über die Erfordernisse der zu den Gezähen nöthigen Materialien schon an den betreffenden Orten das Nothwendige, wenigstens soweit gesagt worden ist, als es ohne zu grose Weitläufigkeit geschehen konnte, so bleiben zur Vervollständigung nur noch einige Worte über einen mit dem Bisherigen im engsten Zusammenhange stehenden Gegenstand nachzutragen übrig: nehmlich, über die Unterhaltung des Gezähes.

Die Beschaffenheit des Gezähes mag so genau vorgeschrieben seyn, als sie will, so kommt es doch erst noch auf die besonderen, darauf bezüglichen Einrichtungen an, ob und bis zu welchem Grade es möglich ist, diese Vorschriften zu verwirklichen.

Die Anschaffung des Gezähes erfolgt entweder A.) von der Grube selbst; oder B.) von den Häuern; oder C.) zu einem gewissen Theile von diesen, zu einem kleineren von jener.

Die erste Einrichtung findet sich bei einem sehr grosen, ja dem grösten Theile des Bergbaues; die zweite und dritte sind zwar für die Grubenverwaltung insofern vortheilhafter, als diese dann der Anschaffung eines oft sehr bedeutenden Inventariums überhoben wird, kann jedoch in dem Falle nachtheilig werden, wenn den Häuern diese Anschaffung selbst überlassen bleibt, nicht blos auf ihre Kosten erfolgt, weil dann trotz aller Aufmerksamkeit

Digitized by Google

eine ganz probemäsige Beschaffenheit in Material und Einrichtung nicht leicht vollkommen zu erhalten ist.

Die dritte Einrichtung, Theilung der Anschaffung, beruht auf rein örtlichen Einrichtungen, ordnet sich daher im Wesentlichen der Natur der ersteren und zweiten unter.

In älterer Zeit endlich scheint auch noch eine vierte vorgekommen zu seyn, die nehmlich, dass das Gezäh Eigenthum eines Schmiedes war, der dasselbe gegen einen gewissen Pacht der Grube lieh und unterhielt. Eine solche Einrichtung, von welcher Lempe (Magazin für die Bergbaukunde, Bd. IX. (1792.) S. 299.) von dem sächsischen Bergbaue aus dem sechszehnten Jahrhundert anführt — konnte wohl höchstens bei geringer Belegung und bei den damaligen geringen Anforderungen gnügen.

Eben so verschieden wird es wieder mit der Unterhaltung des Gezähes gehalten. Entweder wird auch diese ganz von der Grube bestritten, so z. B. bei dem sächsischen, dem harzer Bergbaue u. s. f.; oder ebenfalls von den Häuern.

Auch von diesen beiden finden sich Vereinigungen, so z. B. auf den fiscalischen Steinkohlenwerken bei Dresden, wo ein Theil des sämmtlich von den Häuern anzuschaffenden Gezähes (6 Keilhauen, 6 Bergeisen, 1 Satz Bohrer von 4 Stück, 2 Keile, 4 Krätzer, 1 Stampfer,) von den Häuern; der andere (1 Treibefäustel, 1 Handfäustel, 1 Räumnadel, 1 Kratze, 1 Kräll) von der Grube unterhalten und gegen die abgeführten neu gegeben werden. Diese Theilung beruht natürlich ebenfalls auf rein auch zuweilen örtlicher Einrichtung.

Letztere Weise: Anschaffung von Seite der Häuer, und Unterhaltung von Seiten der Grube erstreckt sich auf das ganze Gezäh.

Wo den Häuern die Unterhaltung obliegt, ist es ihnen ferner entweder ganz überlassen, wo und durch wen sie ihr Gezäh wollen in Stand setzen lassen, oder diess wird ebenfalls von Seiten der Grubenverwaltung besorgt, und jene haben nur die Kosten zu tragen.

Ersterer Weg ist durchaus mangelhaft und unzweckmäsig; denn obschon man annehmen sollte, dass die Häuer schon selbst um so mehr besorgt seyn würden, stets gut ausgeschmiedetes und geschärftes Gezäh zu haben, als davon der Erfolg ihrer Anstrengung, bei verdingter Arbeit ihr Gewinn abhängt, so werden sie doch sehr häufig der nächsten Ersparniss halber, das Gezäh sehr schonen, zu weit niederführen, zu selten, dann unvollständig und überhaupt da schärfen lassen, wo es für den niedrigsten Preis geschieht, dann aber als Ursachen der nothwendig folgenden geringen Leistungen die grose Festigkeit des Gesteins und alle möglichen Vorwände angeben, deren Ungrund ihnen alsdann doch nicht allemal nachgewiesen werden kann.

Uebrigens fällt dabei häufig noch ein anderer Nachtheil unmittelbar auf die Häuer selbst zurück, nehmlich der, dass sie, wie jeder Einzelne im Vergleiche gegen eine Gesammtheit, jenes schlechtere Gezäh auch verhältnissmäsig theuerer bezahlen.

Es ist desshalb ohne allen Zweifel besser, dass die Grube diese Unterhaltung besorgt. Die Schmiedekosten werden dann in das Lohn oder Gedinge, *nach* mittleren Sätzen unmittelbar, oder mittelbar als sogenanntes Ungeld u. dergl. eingeschlossen.

Die Anfertigung und Unterhaltung des Gezähes selbst kann endlich in Privat- oder Berg-Schmieden, in letzteren wieder im Schichtlohne oder im Gedinge erfolgen.

Die Anfertigung in Berg-Schmieden gewährt den Vortheil, dass es leichter ist, auf ein richtiges Ausschmieden des Gezähes in bestimmter, gleichbleibender Gestalt und Güte zu halten, gewisse Abänderungen sicherer und ungehinderter durchsetzen, Versuche beliebiger anstellen zu können; hingegen ist sie häufig theurer, als in Privatschmieden, oft freilich nur scheinbar, denn weil bei letzterer Weise, um die gelieferte Arbeit beurtheilen und abschätzen zu können, es nothwendig ist, das zur Schmiede gelieferte Gezäh vor und nachher zu wiegen, so erwächst dadurch nicht nur bei grosen Gruben viel Arbeit und

Digitized by Google

Aufenthalt, sondern es wird aus diesen oder anderen Ursachen auch manchmal **vergessen**.

In Bergschmieden ist das Arbeiten im Gedinge ebenfalls das rathsamste, obschon es dabei natürlich an genauer Aufsicht nicht fehlen darf. Dabei ist wieder entweder nur die Arbeit verdungen, das Material aber — Stahl und Eisen — wird von der Grube geliefert, oder es ist von dem Schmidte mit zu bestreiten, obschon immer zweckmäsig von der Grube anzuschaffen und ihm zu liefern. Im letzteren Falle hat man zwar nicht so sehr die Befürchtung zu hegen, auf welche von Manchen sehr viel Gewicht gelegt wird: dass der Schmidt schlechtere Arbeit liefere, um die Stücke öfter wieder in seine Hände zu bekommen, wohl aber ist auch hier das Zuwiegen bei der An- und Ablieferung aufhältlich.

Die wirthschaftlichste und empfehlungswertheste Weise ist das Verdingen der ganzen Unterhaltung des Gezähes über Bausch und Bogen, in der Weise, dass der Schmidt nach der Mannschaftszahl und nach den verfahrenen Schichten eine gewisse Zahlung bekommt, in welche das nöthige Material mit einbegriffen ist.

Ueberall, wo man diese Einrichtung mit Umsicht und Vollständigkeit durchgeführt hat, ist man damit äusserst zufrieden, so z. B. in den **nieder-** und **oberungarischen** Revieren, in **Salzburg** u. s. f. Sie ist eigentlich sehr alt und früher bei mehrerem deutschen Bergbau üblich gewesen, als noch jetzt, so z. B. bei dem sächsischen, wenigstens theilweis, in gewisser und der Art, wie sie noch auf dem Harze unter dem Namen des **Oertergeldes** (von Ort, Oertchen, d. i. in der Spitze des Gezähes,) vorkommt.

Dem Schmidte muss natürlich daran gelegen seyn, gutes Gezäh zu schaffen, weil er desto mehr Schaden hat, je mehr Reparaturen in einer gewissen Zeit nöthig werden, der Häuer aber hat gar kein Interesse daran, Fehler zu verheimlichen.

Das Verdingen an die Schmidte erfolgt an den Mindestfordernden, in Ungarn alle 1 bis 3 Jahre, so zwar, dass die Zahlung mit der mehreren Gesteinsfe-

stigkeit wächst, daher nicht nur auf verschiedenen Gruben sondern auch wieder auf jeder einzelnen sehr verschieden seyn muss; (nur einige wenige mittlere Festigkeitsgrade anzunehmen ist unzureichend, unnütz, bringt dem Schmidte oder — gewöhnlicher — der Grube Schaden.)

Die Höhe dieser Sätze zu ermitteln, gehört freilich viel Erfahrung und genaue Beobachtung dazu, diess ist jedoch eben so wenig ein gültiger Einwand, als bei jedem Verdingen irgend einer Art; denn wer nicht im Stande ist, einen auskömmlichen und bleibenden Gedingpreis gültig zu bestimmen, an welchem nicht erst nachher nach Masgabe des Erfolges der Arbeit herumgemäkelt und geändert werden muss, thut überhaupt besser, gar nicht zu verdingen, weil ein solches Herumtappen auch dem Unkundigsten mit demselben Erfolge anvertraut werden kann.

Uebrigens ist in Ungarn in jenem Gedinge nach der Häuer- — und Schichten- — Zahl auch die Unterhaltung des gröseren Theiles des kleinen Eisenwerkes verschiedener Art, bei der Förderung und sonst, mit inbegriffen.

Auf dem Harze hingegen ist das Oertergeld für das Gezäh bei anderen, als Gewinnungs-Arbeiten, z. B. dem Hauen von Bühnlöchern, nach dem Arbeitslohn gestellt.

Einen Unterschied zwischen Haupt- und Neben-Schichten u. dergl. ist, da er mit dem Wesentlichen, welches hierbei ins Spiel kommt, dem Gezähverbrauche, ausser allem Zusammenhange steht, und die Feststellung richtiger Sätze nur nutzlos erschwert, nicht rathsam.

Wird übrigens das Gezähe von Bergschmidten gefertigt, so müssen diese gehörig angelernt werden, auch ihre Befähigung nach dem Auslernen durch Anfertigung von Gesellenstücken (in Gezähen, Beschlägen u. dergl. bestehend) nachweisen. Endlich ist alles Gezäh nach bestimmten, dazu vorräthig zu erhaltenden Schablonen und Modellen herzustellen, um die vorgeschriebenen Anstalten und Grösen festzuhalten.

(Vgl. über diese Gegenstände v. Oeynhausen, in Karsten Arch. für Bergb. Bd. V. (1822.) S. 297.

Digitized by Google

— Schroll in v. Moll, Annalen der Berg- und Hütten-Kunde Bd. I. (1802.) Heft 2. S. 38 u. f. f. — Lempe, Magazin f. die Bergbaukunde Thl. VIII. (1791.) S. 251. — W. G. E. Becker„ Journal einer bergmännischen Reise u. s. f. Thl. I. (1815.) S. 30. u. s. f. Thl. II. (1816.) S. 151. — Freiesleben. Bemerkungen über den Harz Thl. I. S. 58. §. 70 u. f. f. — Annales des mines 3. sér. t. XV. (1839.) p. 529.

Alles Gezäh, welches einer Grube gehört, muss mit einem besonderen Zeichen, etwa dem Anfangsbuchstaben der Grube, und einer Nummer versehen, dieses wieder leicht erkennbar, auch an einer solchen Stelle angebracht seyn, an welcher es nicht leicht unbemerkt vertilgt werden oder durch Abnutzung von selbst wegfallen kann, z. B. bei Bohrern in der Mitte der Länge. Dasselbe gilt von Gezähen, die den Häuern eigenthümlich zugehören, denen das Zeichen der Besitzer, nach Befinden auch das der Kameradschaft in der sie sind, aufgeprägt wird.

Erfolgt die ganze Versorgung des Gezähes, oder wenigstens deren Beaufsichtigung von Seiten der Grube, sei es auf eigene oder auf Kosten der Häuer, so ist eine Gezähkammer vorhanden, die das vorräthige und geschärfte Gezäh unter der Aufsicht eines damit Beauftragten (in Sachsen des Hutmannes,) enthält. In dieser Kammer hat das Gezäh jedes Häuers seinen gewissen Ort, mit Jenes Zahl oder Namen bezeichnet. In einem Verzeichnisse ist die Art und die Anzahl der Gezähstücke bemerkt, welche jedem Häuer überantwortet sind. Nach jeder Schicht giebt er die verschlagenen Gezähstücke nebst den abgefallenen Strauben oder gar Stücken zerbrochener zurück; fehlen letztere oder gar ganze Gezähe, so muss er dieselben ersetzen.

Bei diesen Uebergaben läuft, besonders auf grosen Gruben viel Betrug unter.

Das verschlagene oder zu reparirende Gezäh wird von dem Hutmanne dem Schmidte ebenso stückweis zugezählt, von jenem wieder übernommen und den Häuern zugestellt. — Für ganz wegfallende, mit anderen zusammenzuschweisende Stücke, werden neue mit denselben Zeichen

Digitized by Google

geliefert. — Auf gleiche Weise übernimmt der Hutmann neues Gezäh mit Angabe des Gewichtes.

In Nieder- und Ober-Ungarn, wo, wie schon erwähnt, an königliche oder Privat-Schmieden die ganze Unterhaltung des Gezähes und noch mehr, nach Kopf- und Schicht-Zahl verdungen ist, bekommt jeder Häuer das ihm zukommende Gezäh überliefert, das verschlagene übergiebt er dem Schmidte und bekommt dafür neues; alle Jahre hat er das Gezäh vorzuzeigen; Stücke mit falschem Zeichen werden weggenommen, und sind von ihm, ebenso wie ganz fehlende, zu ersetzen. Damit dabei kein Betrug, Borgen und Tauschen — eintreten kann, erfolgt die Besichtigung auf allen Gruben in allen Bezirken an einem Tage (zu Pfingsten) und in einer Stunde.

Um endlich den Transport des Gezähes von und nach der Grube, noch mehr nach den Arbeitsorten, zu erleichtern, hat man schon längst bei manchem Bergbaue kleine, leicht versetzbare Schmieden in der Grube selbst vorgerichtet. Schon v. Humboldt erwähnt deren in seinem: Versuche über den politischen Zustand von Neuspanien (Bd. IV. (Tübingen 1813.) Cap. XI. S. 94.) als bei dem mexicanischen Bergbaue unter spanischer Regierung vorkommend; so seien u. A. in der Grube Valenciana deren 16 eingerichtet gewesen.

Dasselbe führt Hausmann (Reise durch Scandinavien, Thl. IV. S. 294.) von Sala in Schweden; Hrdina, (Geschichte der Wieliczka'er Saline, S. 164.) von Wieliczka an, bei dem mansfeldischen Kupferschieferbergbaue waren schon früher und sind noch jetzt deren im Gange, und so wohl noch bei manchem Bergbaue.

Schmieden dieser Art sind besonders zweckmäsig, wenn in kurzer Zeit sehr viel Gezäh verschlagen wird, die Schmieden über Tage noch dazu entfernt liegen; sie setzen aber sehr guten Wetterzug voraus, sowie dass sie unter einem Schachte aufgestellt werden können, der ihnen als Schornstein dient, ohne eine anderweite Benutzung desselben zu hindern.

Bei starkbelegten Gruben, insbesondere bei solchem Bergbaue, bei welchem viel Gezäh verbraucht wird, daher

viel in Vorrath zu erhalten ist, bildet dasselbe ein sehr bedeutendes Inventar, dessen Ermittelung und Anschaffung im ersten Anfange am schwersten fällt, obschon dieser erste Anfang nur selten gleich so grosartig beginnt. Wie viel und welches Gezäh auf eine gewisse Mannschaftszahl zu rechnen ist, hängt natürlich ganz von den Einzelnheiten und Eigenthümlichkeiten des Bergbaues ab. Bei dem freiberger Gangbergbaue darf man auf einen Häuer rechnen: einen Satz Bohrer von 6 Stück, 12 Bergeisen, 1 Handfäustel, 1 Stampfer, 1 Räumnadel, 1 Krätzer, 1 Kratze; doch haben oft 3 bis 4 Mann, die zusammenarbeiten, nur 1 Schieszeug; auf je 4 Mann 1 Keilhaue, 1 Schrämhammer, 1 Schrämspies, 1 Treibefäustel. Bei den Anschlägen für den meissener Erbstolln rechnete man hingegen auf 24 Mann Ortsbelegung in 4 sechsstündigen Schichten 24 Sätze Bohrer zu 6 Stück, 8 Fäustel, 4 Riemen Eisen zu 16 Stück, 8 Krätzer, 8 Stampfer*).

Der Aufwand an Stahl und Eisen durch Abbrand und anderen Verlust und der Verbrauch an Brennmaterial bei Anfertigung und Wiederherstellung von Gezähen ist natürlich je nach der Oertlichkeit, nach der Beschaffenheit des Materials, Behandlung beim Schmieden, zu ungleich, als dass es nützen könnte, darüber einzelne Angaben zu machen**).

Dasselbe gilt eigentlich auch von der Leistung der Schmidte selbst, welche ebensowohl von dem zu behandelnden und dem Brenn-Materiale, auch der, beiden anzu-

---

*) Der Bedarf an Gezäh, welches sich ein Häuer bei den döhlener Steinkohlenwerken bei Dresden anschaffen muss, ist schon oben angegeben worden.

Bei dem Kupferbergbaue zu St. Bel in Frankreich erhält, nach den Annales des mines, 3. sér. t. XV. 1839. S. 520., jeder Häuer 8 Meiselbohrer, 8 bis 9 dergl. schwächere Vorstecher, 4 Kolbenbohrer zum Nachbohren, 1 Handfäustel, 1 Krätzer, 1 Räumnadel, 1 Stampfer, 2 Keilhauen, 2 Keile; je 2 Häuer 1 Treibefäustel und einige Wasserstampfer (Trockenbohrer).

**) Mehrere Mittheilungen darüber sind enthalten in dem Kalender für den sächs. Berg- und Hütten-Mann. Jahrg. 1835. S. 10 u. f. f. — Karsten und v. Dechen, Archiv für Miner. Bd. XIV. S. 463 u. f. f.

Digitized by Google

passenden Arbeitsweise, als von der Geschicklichkeit der Arbeiter abhängt.

Als einige wenige dem Verfasser nächstliegende Beispiele können jedoch folgende dienen:

In Freiberg können

1) 3 Schmidte in einer Schicht von $8\frac{1}{2}$ Stunde eine Bürde 8- bis 9stäbigen Stahl zu 120 Pfd., zu Bergeisen (160, jedoch auch bis 228 Stück) verschroten;

2) 1 Schmidt kann in der Schicht 4 Schock Bergeisen ausschmieden;

3) in der gleichen Zeit eben so viel umbinden;

4) aus alten Eisenanlagen, aus je 2 bis 3 Stücken, kann in der Schicht 1 Mann etwa 60 Stück neue Eisen anlegen;

5) 3 Mann können in der Schicht aus $2\frac{1}{2}$ Waage = 1 Centner Fäusteleisen 25 Stück Handfäustel schroten und fertigen;

6) 2 Mann können 15 dergl. stählen;

7) 3 Mann können in der Schicht eine Bürde 9 bis 10stäbigen Stahl zu 45 einmännischen Bohrern verschroten;

8) 1 Mann kann in der Schicht 95 bis 100 einmännische Bohrer ausschmieden und eben so viel, oder selbst noch mehr, je nach der Straubigkeit, umbinden;

9) 2 Mann können in der Schicht aus 80 Anlagen 40 neue Bohrer schweisen und fertig machen;

10) 2 Mann 18 Stampfer oder 24 Krätzer fertigen;

11) 3 Mann 8 Keil- oder Rad-Hauen zu 4 Pfd. fertigen, incl. Stählen;

12) dieselben 16 Stück Schrämhämmer zu 5 bis $5\frac{1}{2}$ Pfund, endlich

13) 6 Stück Kratzen zu $4\frac{1}{4}$ Pfund.

Bei dem mansfeldischen Kupferschieferbergbaue erfordert

14) die Anfertigung einer neuen Keilhaue von 2 bis $2\frac{1}{4}$ Pfund Gewicht 40 bis 45 Minuten Zeit.

Digitized by Google

15) Die Reparatur einer dergl. 15 Minuten;

16) ein Schmidt kann in der achtstündigen Schicht 350 Stück schärfen;

17) in derselben Zeit 80 Stück Schiefereisen zu ½ Pfund Stahl;

18) 4 Schlägel zu 4½ Pfd. Eisen und ½ bis ¾ Pfd. Stahl fertigen.

In Sachsen rechnet man, dass für 50 Mann Häuer 2 Schmidte hinreichen.

Digitized by Google

Anhang II.

Von den bergmännischen Beleuchtungsweisen.

Bei einer Gesammtheit von Arbeiten wie die bergmännischen, welche in fast allen ihren Zweigen zum allergrösten Theile in unterirdischen und solchen Räumen ausgeübt werden müssen, die dem Zutritte des Tageslichtes so gut als ganz verschlossen sind, ist natürlich die Beschaffung der nöthigen Beleuchtung auf künstlichem Wege ein nicht unwichtiger Gegenstand, dessen Betrachtung sich am passendsten der der Gewinnungsarbeiten anzuschliesen scheint, welche derselben am wenigsten entbehren können.

Ohne alle Beleuchtung, also ganz im Finstern, lässt sich nur etwa die Förderung bewirken, in der Weise, wie solche theilweis bei den alten Völkern für die gewonnenen Gesteinmassen, wahrscheinlich hier und da auch für Wasser angewendet worden zu seyn scheint; (Vgl. Plinii hist. natur. lib. XXXIII. Cap. 4.) nehmlich durch Zureichen von Hand zu Hand durch lange Reihen von Arbeitern, die in der Grube bis an den Tag heraus aufgestellt waren — eine Weise, die bei dem damaligen, durch Sclaven und Verbrecher betriebenen, an Arbeitern also keinen Mangel habenden Bergbaue wohl noch ausführbar war; oder auch so wie sie gegentheils in der neueren Zeit durch Schienenbahnen gestattet ist, welche, zugleich eine Leitung für die Fördergefäse bildend, die Beleuchtung entbehrlicher machen.

Digitized by Google

Zu den Ausnahmen gehören endlich auch noch die sogenannten Trapper (Kinder oder Invaliden), welche in den englischen, stark mit schlagenden Wettern behafteten Kohlengruben, auf Strecken mit starker Förderung, das Oeffnen und Schliesen der Wetterthüren zu verrichten haben, und dazu auch gröstentheils die ganze (zwölfstündige) Schicht hindurch im Finstern sitzen müssen; besonders für kleine Kinder eine traurige Existenz! —

Die angewendeten Beleuchtungsarten sind sehr verschieden, sowohl dem Stoffe, als dessen Benutzungsweise nach. Die allgemeinen an dieselben zu stellenden Anforderungen, um vollkommen zu seyn, sind folgende:

Sie müssen:

1) hinreichend helles Licht geben; 2) sich leicht handhaben, in jeder Richtung anwenden lassen, ohne 3) die Arbeiter in irgend einer Weise zu behindern; 4) wohlfeil seyn, und endlich 5) keine anderen Nachtheile irgend einer Art erzeugen.

Diese Bedingungen werden von den verschiedenen Arten sehr ungleich erfüllt.

Die Beleuchtungsmittel sind: harziges Holz, Talg (ausnahmsweise Wachs,) Oel, Fischthran; und sie werden angewendet als Fackeln, in Lichtern oder Lampen.

Die Fackeln gehören wie natürlich zu den ältesten Beleuchtungsmitteln. Dass man sich ihrer u. A. bei dem schon öfters genannten uralten Bergbaue zu Berenice vor den Aegyptern bediente, welche letztere dafür die Lampen einführten, geht aus dem Diodorus Siculus, lib. III. Cap. 105. — nach dem Agatharchides — hervor; Ueberreste, in halbverbrannten Fichtenholz-Spänen bestehend, fanden sich, nach Pallas (Reise durch verschiedene Provinzen des russischen Reiches, Thl. II. (1770.) S. 158.) in verbrochenen alten Bauen sibirischer, von den dermaligen Bewohnern betriebener Gruben.

Dass aber diese Art der Beleuchtung durch örtliche Verhältnisse und Herkommen bei manchem anderen Bergbaue länger erhalten worden seyn mag, als man meinen sollte, geht aus einer Nachricht in P. Albinus, meiss-

Digitized by Google

nischer Bergchronik, v. J. 1589. S. 109. hervor, nach welcher im Jahre 1526 die Lichtschiefer in der Grafschaft (Mansfeld) „auf dem Berge“ abgekommen sind.

Gegenwärtig sind Fackeln noch im häufigen Gebrauch in Schweden und Norwegen. Dort bestehen sie aus dünnen Spänen von Kienholz, welche durch einen eisernen oder messingnen Ring zusammengehalten und an diesem in der Hand getragen werden. (Vgl. Hausmann, Reise durch Scandinavien, Thl. II. S. 30.)

Bei anderem Bergbaue haben sie sich wohl nur noch hier und da, etwa auf kleinen Eigenlöhnergruben erhalten, so unter Anderem in Westphalen (dort aus besonders harzreichen Wurzeln von Fichtenholz bestehend), was auch Brard in seinen élémens pratiques d'exploitation (1829.) p. 108. anführt.

Einen besonderen Fall solcher Beleuchtung führt Burkart (Reisen und Aufenthalt in Mexico, Thl. II. S. 236.) von Mexico an, woselbst in den Gruben den Beamten mit Fackeln von Baumwollenzeug in Talg getränkt, vorgeleuchtet wird.

Die gewöhnlichen Fackeln von harzigen Spänen sind in sehr holzreichen Gegenden wohlfeil, können auch von den Arbeitern selbst herbeigeschafft werden, dahingegen greifen sie durch die grelle Flamme und den starken Rauch die Augen an, überziehen die Wände der Grubenräume mit Rus, der das Gestein unkenntlich macht, Anbrüche verdeckt; endlich nehmen sie eine Hand, wenigstens beim Fahren ganz in Anspruch, verlangen auch viel Abwartung durch Putzen, öfteres Ersetzen durch andere.

Auch unter Voraussetzung gröserer Wohlfeilheit sind sie daher nur etwa für weite Räume mit gutem Wetterzuge noch am wenigsten unräthlich. Hingegen lassen die Fackeln aus Baumwollenzeug in Mexico, welche noch dazu theuer sind, gar nichts für sich anführen, als das Herkommen.

Lichter — Kerzen — werden in der Regel aus Talg, nur ausnahmsweise aus Wachs gefertigt; letzteres nur etwa für besuchende Fremde, so z. B. in dem Steinsalzbergwerke zu Berchtesgaden in Baiern; weil dessen allgemeiner Gebrauch zu kostspielig seyn würde.

Digitized by Google

Der Talg ist Schöps-, zuweilen auch Rinds- oder Pferde-Talg (aus Russland), die Dochte von Baumwolle, doch soll man nach de Villefosse, (Mineralreichthum, deutsche Uebersetz. Bd. II. S. 136.) dergl. auch aus Fichtenholzfasern mit Baumwolle umwunden gefertigt haben.

Die Gröse der Kerzen ist theils nach Gewohnheit, theils nach Art des Gebrauches, sehr verschieden.

So hat man z. B. in Vordernberg in Steiermark 18 bis 20 Zoll lange Lichte, davon 6 auf 1 Pfund gehen, eben so gros in den Steinsalzgruben der Marmaros in Ungarn. In den Gruben zu Anzin, Poullaouen u. A. in Frankreich 12 und 16 auf 1 Pfd. von 0,18 bis 0,2 m. Länge, 0,02 m. Dicke; in Salzburg 17 bis 18 auf 1 Pfund, (Vgl. Brard, élémens pratiques p. 567.; de Villefosse. d. Uebers. Thl. II. S. 136. — Annal. des mines, 4. sér. t. III. (1843.) p. 98. — v. Moll, Annalen der Berg- u. Hütten-Kunde, Bd. I. (1802.) Heft 2. S. 5.) Zu Newcastle in England 45, aber auch 30 bis 40 (Vgl. Annal. des mines, 4. sér. t. I. (1842.) p. 203.), endlich, nach Brard p. 108., in Idria und Freiberg, Lichte zu 140 auf 1 Pfund. Von Freiberg und überhaupt Sachsen ist diess jedoch unrichtig; vielmehr gehen von den dort gewöhnlich nur von Obersteigern, Beamten u. s. f. gebrauchten Lichtern nur 40, höchstens 60 auf 1 Pfund, bei 4 bis 5 Zoll Länge, ⅓ bis ½ Zoll Dicke.

Im Allgemeinen sind sehr grose Kerzen zu unbequem zu führen, auch zu unwirthschaftlich im Verbrauche; zu kleine sind letzteres eben so sehr, ja noch mehr; denn da die Dochte in einem richtigen Verhältnisse zu der Menge des Talges, also der Dicke der Kerzen stehen müssen, und nicht unter eine gewisse kleinste absolute Stärke herabgehen dürfen, wenn man nicht eine zu schwache Beleuchtung haben will, so würde zwar überhaupt eine Kerze laufen, wenn sie so dick wäre, dass der Talg nicht verzehrt werden könnte, gegentheils aber auch zu unverhältnissmäsig schnell wegbrennen, wenn bei zu dünnen Kerzen zu wenig Talg vorhanden wäre. Kerzen zu mehr

Digitized by Google

als 60 Stück auf 1 Pfund können daher unter allen Umständen nicht als rathsam betrachtet werden.

Kerzen als Beleuchtungsmittel haben den Vortheil weniger Abwartung durch Putzen zu brauchen, auch weniger Rauch zu erzeugen, als Lampen; sich leichter wieder anbrennen zu lassen, wenn sie durch Nässe ausgelöscht worden sind; dagegen löschen sie leichter in starkem Wetterzuge, bei schnellem Fahren, so wie in schlechten Wettern aus*), lassen auch die Lichtflammen nicht beliebig, je nach dem Bedarf, kleiner oder gröser machen. Bei dem sächsischen Bergbaue werden daher von den Arbeitern durchgängig Lampen: in Bauen mit schlechten matten Wettern auch von Steigern und Beamten an der Stelle der Lichter, angewendet.

Die Kerzen werden entweder

1) unmittelbar in der Hand getragen, so z. B. gewöhnlich bei dem englischen, auch dem mexicanischen Bergbaue; sie werden in ein Stückchen weichen Thon geknetet, der zugleich dazu dient, sie bei der Arbeit und sonst an den Stösen oder irgend einem Gegenstand anzukleben.

Diese Art der Führung, wozu sich noch am ersten lange Kerzen eignen, ist sehr unbequem, weil sie beim Fahren eine Hand vollständig in Anspruch nimmt, auch unreinlich, weil der Talg fortwährend herunter läuft; endlich gestattet sie nicht einmal gut, die Kerzen bis auf das letzte Stückchen zu benutzen.

2) in einer Art Leuchter, wie namentlich im nördlichen Frankreich (Vgl. H. de Villefosse, Mineralreichthum, Thl. II. (deutsche Uebers.) S. 136. und Annal. des mines, 4. sér. t. III. (1843.) p. 98.) — Taf. XI. Fig. 1. A Seiten-, B obere Ansicht, — aus einer Art Dülle a von Holz oder Metall mit einem dergl. Griffe b bestehend, und einer eisernen Spitze c, womit man den Leuchter in die

*) Nach Wehrle (Vergl. Wehrle, Grubenwetter, Wien 1835. S. 11.) löscht ein Talglicht aus, wenn der Antheil an Sauerstoff in der Luft nur noch 18%; eine Oellampe aber erst dann, wenn er nur noch 16% beträgt.

Digitized by Google

Zimmerung oder das Gestein einsticht. Diesen Leuchter zieht man dort den Lampen desshalb vor, weil er nicht so leicht zerbricht, wenn er hinfällt, als letztere; auch er nimmt jedoch stets eine Hand in Anspruch, daher er voraussetzt, dass das Fahren in Schächten nicht auf Leitern, sondern in Fördergefäsen, oder auf ähnliche Art erfolgt, der Fahrende müsste denn die Lampe in den Hut einstechen, wie es wohl auch zu geschehen scheint; eben so wenig würde er sich bei der Arbeit in festem Gestein befestigen lassen.

3) Kann man sich für die Lichter der Blenden bedienen, wie solche bei dem sächsischen Bergbaue üblich sind, — Taf. XI. Fig 2. A Seiten-, B vordere Ansicht.

Diese Blende — von den Arbeitern auch Wetterkasten genannt, — besteht aus einem kleinen, länglich viereckigen, auf einer seiner schmalen Seiten stehenden Kasten a, von Holz, welcher oben gewölbt, vorn offen, inwendig aber mit Eisen- oder Messing-Blech ausgekleidet ist, den Boden ausgenommen; auf diesem ist die Dülle b befestigt; hinten an der Rückenwand endlich der Haken c, mit welchem sie in der Hand getragen wird, oder in einem Knopfloche des Kittels, von den Arbeitern aber, (welche freilich kein Licht, sondern eine Lampe darin führen) an einem um den Hals gehängten Riemen oder dergl.

Eine solche Blende, welche 7 bis 8 Zoll Höhe, 3¼ bis 4 Zoll Breite, 3 Zoll Tiefe hat, gehört jedenfalls zu den zweckmäsigsten Vorrichtungen. Sie schützt die Lichtflamme vor starken Luftströmungen und sichert sie dadurch nicht nur vor dem Verlöschen, sondern vermindert auch den Verbrauch an Brennmaterial auffallend. Zu noch mehrerem Schutze wird auch wohl die vordere Wand durch eine, in einen Rahmen gefasste Glastafel geschlossen, welche in einen Falz in den Seitenwänden, während des Nichtgebrauches aber in die — dazu doppelte — Rückwand eingeschoben werden kann. Da jedoch dieses Verschliesen, ohngeachtet der desshalb in der Rückwand noch angebrachten Luftlöcher, den Luftzutritt erschwert und die Hitze im Innern sehr erhöht, daher die Lichter leichter auslöschen, mehr schmelzen, so finden diese sogenannten

Glaskästen wenig Gebrauch, am allerwenigsten, schon der mehreren Kostspieligkeit und Zerbrechlichkeit wegen, bei den Arbeitern.

Ferner wird die Beleuchtung auf einen gewissen Kreis zusammengehalten; für manche Arbeiten, bei denen man gleichzeitig ringsum den ganzen Raum beleuchten will, mag diess unzureichend scheinen, so z. B. bei der Zimmerung, und ist auch als Einwand dagegen erhoben worden, jedoch kommt es auch hier oft auf Gewohnheit an. Als ein wesentlicher Vortheil muss aber der bezeichnet werden, dass die Lichtflamme selbst dem Auge verdeckt ist: denn Niemand, der darauf geachtet hat, wird in Abrede stellen, wie störend und einem deutlichen Erkennen hinderlich es ist, wenn man die Flamme sieht, besonders dann, wenn man um genau zu sehen, das Licht selbst nahe an den Gegenstand bringen, also mit in dasselbe hineinsehen muss.

Nicht minder lassen sich die Hände ganz beliebig frei erhalten, ja bei Beschäftigung in beschränkten Räumen beengter Stellung und wenn eine nähere Beleuchtung nöthig scheint, als von der auf der Brust hängenden Blende aus möglich ist, haben sich die Arbeiter das Hülfsmittel ausgedacht, oben an der Hinterseite des Kastens ein Lederriemchen zu befestigen, an welchem sie dieselbe mit den Zähnen halten.

Das Gewicht ist gering, kann also nicht als Unbequemlichkeit betrachtet werden, wohl aber besteht eine solche in dem Rauche, der unmittelbar dem Athem zugeführt wird, wenn die Blende auf der Brust hängt.

Uebrigens wird bei bleibender Beschäftigung an einer Stelle ebenfalls das Licht — oder die Lampe — aus der Blende herausgenommen und irgendwo mit Letten frei befestigt.

4) Als eine Art Blende lässt sich nächstdem auch die eigenthümliche schwerfällige Vorrichtung betrachten, deren sich die Häuer in den Steinsalzgruben der Marmaros in Ungarn bei ihren Arbeiten bedienen. — Taf. XI. Fig. 3. A Seiten-, B obere Ansicht.

Zwei Bretter a, von bis 16 Zoll Höhe und 8 Zoll

Breite, sind unter einem rechten Winkel mit einander verbunden und unten mit Füschen b versehen. Der Winkel ist mit einem Boden c ausgesetzt, an der einen Wand aussen ein hölzerner Handgriff d befestigt der nach innen fortgesetzt, daselbst eine Klemme e bildet, zwischen die man das Licht einklemmt.

Diese Vorrichtung wird bei der Arbeit auf die Sohle aufgesetzt.

5) Nicht minder eigenthümlich ist eine Art Leuchter, dessen man sich bei dem Bergbaue in der Umgegend von Dobschau in Ungarn bedient; wahrscheinlich vom Hausgebrauche entlehnt. — Taf. XI. Fig. 4. A Seiten-, B obere Ansicht.

Von einer 8 bis 10 Zoll langen Schiene a geht rechtwinklich ein eben so breiter Arm b aus; in diesen ist ein Loch geschnitten, welches nicht nur die Kerze, sondern auch das Ende eines elastischen Bügels c aufnimmt, der unten in der Schiene a befestigt, als Feder gegen die Kerze drückt und diese fest hält. Ein Haken d dient dazu, den Leuchter zu halten und aufzuhängen. Der Leuchter ist entweder ganz von Eisen oder gewöhnlicher, bei den Häuern, bis auf den Haken von Holz.

6) Gewöhnlicher Drathleuchter, wie sie in Hauswirthschaften besonders auf dem Lande in vielen Gegenden im Gebrauch sind, bedient man sich unter Andern in Vordernberg in Steiermark; anderer dergl. aus Blechdüllen an hölzernen Handgriffen, jene von breiten Schienen umgeben, um das herablaufende Wachs und Talg aufzunehmen, in Berchtesgaden, Salzburg.

Zu letzterer Art gehören auch die Leuchter, welche bei der in v. Molls Jahrbüchern der Berg- und Hütten-Kunde, Bd. I. (1797.) S. 197 u. s. f. enthaltenen Beschreibung des Betriebes im Dürrenberge bei Hallein, als daselbst im Gebrauche, angegeben sind und eben sowohl als Leuchter, als auch als Lampen betrachtet werden können. Diese bestehen — Taf. XI. Fig. 5. — aus breiten, schüsselförmigen Kränzen a, mit einer Dülle b in der Mitte und auf einer eisernen Spitze c stehend, welche sowohl dazu dient, den Leuchter in der Hand zu tragen,

Digitized by Google

als auch, obschon nur senkrecht, in Holz, Letten u. dergl. einzustechen. Trägt die Dülle eine Kerze, so dient die Schüssel nur zum Auffangen des Herablaufenden, als Lampe hingegen wird letztere mit Talg gefüllt, in die Dülle ein Docht gezogen.

Lampen sind das am allgemeinsten gebrauchte Beleuchtungsmittel.

In ihnen wird Talg, Oel, Fischthran und selbst Naphtha mit Leinen- oder Baumwollen-Dochten verwendet. Das Oel ist Lein-, Rüb- und ähnliches Samen-Oel, Nuss- und Oliven-Oel, letzteres im südlichen Frankreich, Spanien, Italien, die übrigen in nördlicheren Gegenden, Fischthran u. A. in England.

Ueberhaupt wird, wie natürlich, immer dasjenige Beleuchtungsmaterial angewendet, welches an jedem Orte am ehesten und wohlfeilsten zu haben ist.

Naphtha (Bergöl) kommt nicht häufig in solchen Mengen vor, dass es sich zu allgemeinem Gebrauche verwenden liesse, man hat diess jedoch in Galizien versucht (Vgl. Prechtl, Jahrbücher des polytechn. Instituts zu Wien, Bd. II. (1820.) S. 335 und Bd. V. (1824.) S. 1.) und gefunden 1) dass Bergöl in schlechten Wettern weit länger fortbrennt, als anderes, indem es erst dann verlöscht, wenn nur noch 13,8 % Sauerstoff in der Luft enthalten sind; 2) dass dessen Lichtstärke sich zu der von Rüböl und Talg verhält = 1 : 0,8313 : 0,5003; 3) dass die in gleichen Zeiten verbrauchten Mengen hingegen sich verhalten = 1 : 0,67308 : 0,92574.

Die älteste und auch gewöhnlichste Gestalt der Lampen ist, wenn auch im Einzelnen verschieden, die flache.

Schon die Römer haben sich ihrer wie in den Haushaltungen, so auch bei dem Bergbaue bedient, wie diess aus den in alten Bauen und in Gräbern von Bergleuten in Spanien und den Pyrenäen gefundenen Exemplaren hervorgeht. Sie waren von gebranntem Thone und glasirt. (Vgl. de Gensanne, traité de la fonte des mines, t. 1. (1770.) avant propos p. XV.) Nach den (zufolge Ezquerra del Bayo, elementos etc. S. 435. p. 341.) in

Digitized by Google

Rio tinto gefundenen Exemplaren — S. Taf. XI. Fig. 6. A obere, B Seiten-Ansicht — länglich herzförmig, oben geschlossen und daselbst nur mit einer Oeffnung a für den Docht und einen zweiten b zum Eingiesen des Oeles und zum Eintritte der Luft versehen.

Auch bei dem deutschen Bergbaue hat man sich ganz ähnlicher Lampen von gebranntem Thone wohl sehr lange bedient, wie dergl. in alten Bauen u. A. in **Sachsen**, im **reussischen Voigtlande** aufgefundenen — sogenannte **steinerne Lampen** — andeuten; sie sind sehr klein, oben offen, haben auf der hinteren Seite ebenfalls ein kleines Oehr als Handgriff, wie die römischen, jedoch nicht aufrecht; sondern flach liegend, welches Oehr zur Befestigung — etwa am Hute — gedient zu haben scheint, indem man in einem derselben noch die Ueberbleibsel eines Holzpflöckchens fand.

Letztere Lampen haben wieder die Grundform zu den, nachmals bei dem deutschen, ungarischen, spanischen, polnischen und wohl noch manchem anderen Bergbaue üblichen, flachen eisernen oder messingnen Lampen gegeben, die sich noch jetzt bei einem grosen Theile des genannten Bergbaues, wenn auch in verschiedenen Abänderungen erhalten haben, bei manchem, wie z. B. in Sachsen hingegen nur unter gewissen Umständen Anwendung finden.

Die diesen Lampen, — von denen einige der wesentlichsten Verschiedenheiten in Taf. XI. Fig. 7. 8. 9. 10. 11. und zwar Fig. 7. und 10. A Seiten-, B obere Ansicht — Fig. 8. und 9. Seitenansicht — Fig. 11. obere Ansicht — dargestellt sind — gemeinschaftliche Einrichtung ist die eines flachen, herzförmigen oder auch fast runden Gefässes a, in welchem die Spitze, in die das eine Ende ausläuft, die Dülle b enthält, für Talg muss das Gefäs oben ganz offen, für Oel hingegen geschlossen seyn, weil sonst viel verschüttet wird, offene dergl. als Oellampen taugen daher nichts. Dieser Deckel ist dann entweder fest angelöthet und nur mit einem Schieber c Fig. 10. versehen, welcher, geöffnet, den Oeleinguss gestattet, geschlossen, den Docht mit festhält; oder mit einem Gelenk, so dass man die Hälfte aufklappen kann, wie d

Digitized by Google

in Fig. 11. Im letzteren Falle hindert man diesen Deckel am Selbstaufklappen durch ein Häkchen, das, gleich daran befestigt, um einen Stift drehbar ist und in ein Oehr fasst, oder auch durch den zum Schüren der Lampe dienenden Drathstift (Stocher), der an einem Kettchen hängend, durch die beiden dazu auf dem beweglichen und dem festen Deckel angebrachten Oehre geschoben wird.

An dem der Dülle entgegengesetzten Ende der Lampe ist ein Bügel f befestigt, der entweder gekrümmt, so gewöhnlich (wie in Fig. 7. 9. 10.) oder auch schräg (so wie in Fig. 8.) bis über die Mitte — den Schwerpunkt — der Lampe aufsteigt.

An diesem ist wieder eine kürzere oder längere Kette g befestigt (Fig. 7. 8. 10.) oder ein gerader Eisenstab h (Fig. 9.); erstere trägt endlich oben einen gekrümmten, in eine gerade Spitze auslaufenden Haken i von starkem Drathe, mittelst dessen die Lampe entweder am Daumen hängend getragen, oder — mit der Spitze — in der Zimmerung oder im Gestein befestigt wird. Auch an dem Stabe k sitzen 2 bis 3 solcher Haken, um denselben in verschiedener Länge fassen zu können. Der Stab (18 bis 20 Zoll lang) ist brauchbarer als die Kette, weil man damit die Lampe auch über sich heben und so einer zu beleuchtenden Stelle näher bringen kann.

Da, wo in Schächten im sogenannten Sattel gefahren wird, wie z. B. häufig in Ungarn, pflegt man dabei die Lampe in dem Haken i in den Gürtel oder den Sattel einzuhängen.

Es braucht wohl kaum besonders bemerkt zu werden, dass jene Stellung des Bügels den Zweck hat, die Lampe im Schwerpunkte aufzuhängen und dadurch söhlig zu erhalten; die Länge der Kette aber den, beim Tragen in der Hand, letzterer die Flamme nicht zu nahe zu bringen.

Ferner ist bei Talglampen noch ein an einem Kettchen hängendes schaufelförmiges Blech k (Fig. 7.) bei thönernen Lampen der sogenannte S c h u r s t e i n, angebracht, der dazu bestimmt ist, auf den Talg aufgelegt

Digitized by Google

ihn festzuhalten, auch zu decken und nur allmälig abschmelzen zu lassen, sowie ihn wieder dem Dochte allmälig zuzuschieben.

In einer anderen Weise ist auch dieses Blech so angebracht, dass es (Taf. XI. Fig. 8.) vorn ein breites Blatt bildend und hinten in eine aufwärts gekrümmte Schiene auslaufend, an der inneren Seite des Bügels f anliegt und hier durch eine Zwinge m hindurchgeht. Hier dient es nur zum Zusammenhalten des Talges, wozu man es, je nach Bedarf, in der Zwinge höher und tiefer schieben kann; zum Schüren ist aber auf der Rückseite des Bügels in dieselbe Zwinge noch ein Schürblech oder Stift n, ebenfalls gern an einem Kettchen hängend, eingesteckt.

An anderen Orten (wie z. B. in Herrngrund in Ungarn), hat man zum Putzen und Schüren für Talg- und Oel-Lampen auch kleine Scheeren o (Fig. 9.)

Die Gröse dieser Lampen ist sehr verschiedene von 7 bis 8 Zoll herab bis zu 4 und 5 Zoll gröster Länge; erstere sind zu schwer, letztere fassen zu wenig, verlangen desshalb zu viel Abwartung und lassen auch bei etwas groser Flamme die Lampe zu heiss werden, daher zu viel Brennmaterial schmelzen und verdampfen.

Alle diese Lampen haben sämmtlich die schon bei Gelegenheit der Blenden bezeichneten Mängel, verlangen die Unterhaltung einer grosen Flamme, daher viel Brennmaterial, wenn sie nicht in etwas lebendigem Wetterzug; leicht auslöschen sollen und sind unbequem bei jeder Art des Fahrens, besonders aber in Schächten, wo die Hände frei seyn müssen*).

Als ein Vorzug — gegen Blenden — ist hingegen anzuführen, dass sie nach allen Seiten zugleich eine freie Erleuchtung bewirken.

Die ehemals so allgemeine Anwendung dieser Art

*) An einigen Orten z. B. zu Schmöllnitz in Ungarn haben desshalb die Häuer die Gewohnheit beim Fahren im Schachte die Lampe flach auf den Hutkopf zu setzen, eine Weise, die schon in Agricola, de re met. (deutsche Uebers. von 1557) S. 178. dargestellt ist.

Digitized by Google

Lampen mag übrigens die Ursache seyn, dass man sie — namentlich für Talg eingerichtet, — bei mehreren deutschen Bergbauen noch jetzt vorzugsweise mit der Benennung Grubenlicht belegt.

Eine ganz andere Art von Lampen ist die Taf. IX. Fig. 11. verzeichnete, blos für Oel bestimmte. Sie haben eine weit grösere Verbreitung als man wohl annehmen sollte; denn sie finden sich u. A. nicht nur in den Kohlengruben von Zwickau in Sachsen, denen zu Waldenburg in Niederschlesien, dem Kupferschieferqergbaue in Thüringen; sondern es erwähnt ihrer auch Ezquerra a. a. O. p. 337. zu Rio tinto in Spanien, und sowie sie in Deutschland, wenigstens im sächsischen Erzgebirge, aus den Haushaltungen zu dem Bergbaue übergegangen zu seyn scheinen, so sagt auch Ezquerra dass sie die in Spanien auf dem Lande gebräuchlichen seien.

Diese Lampen: Hängelampen, auch Kreisel genannt, sind von Weissblech und bestehen aus zwei Theilen: 1) der eigentlichen Lampe a Fig. 12. A Seitenansicht, — oben durch einen Deckel b geschlossen, mit einer langen Dülle c für den Docht, wie ein Ausguss, und 2) dem Einsatze, (B Seiten-, C vordere Ansicht) einem wenig weiteren Gefäs d von geringerer oder besser derselben Höhe wie das Oelgefäs; vorn nur mit einem Ausschnitte e versehen, durch den die Dülle der Lampe heraustritt oder, wie im Mansfeldischen noch mit einer aufsteigeuden Rinne, (Fig. D hintere Ansicht — welche die Dülle unten umschliest.

Der Einsatz hängt an einem Bügel g von Blech oder Drath, an welchem in Schlesien oben noch ausserdem — sehr zweckmäsig — ein eben solcher hakenförmiger Bügel mit Spitze, wie bei der vorigen Lampe (Fig. 7. 8. 10. i,) und auch für denselben Zweck (zum Tragen am Daumen, Befestigen an der Zimmerung u. s. f.) angebracht ist; wie in Fig. E.

Der Zweck dieses Einsatzes ist: das Herabtropfen des Oeles beim Schwanken und Schiefhalten der Lampe zu verhüten.

Digitized by Google

Diese Lampe kann im Schachte, in niedrigen Strebbauen (wie im Mansfeldischen) und überhaupt, wenn man die Hände frei haben will, recht gut am Hute befestigt werden, an dessen vorderer breit aufgeschlagener Krempe dazu ein Stift oder Holz befestigt ist; mit dem Haken, wie in Schlesien, ist sie allerdings noch mehr vor dem Schiefhängen gesichert, überhaupt beliebiger irgendwo anzuhängen, als ohne solchen; auch ist sie ihrer sonstigen Gestalt und Kleinheit halber in sehr beschränkten Bauen anwendbar, jedoch vor dem Abtropfen von Oel dennoch nicht ganz gesichert, — (was besonders dann unangenehm ist, wenn sie am Hute hängt,) — und namentlich dann, wenn man um das häufige Auslöschen zu vermeiden die Flamme gros macht, wodurch desto mehr Oel aufgesaugt wird. Wird die Lampe stets voll gehalten, so bringen Schwankungen sie desto eher zum Ueberlaufen u. dergl., bleibt sie aber halb leer, oder ist an sich sehr klein, wie hier und da, so ist gar zu häufiges Nachfüllen nothwendig.

Beiläufig möge hier erwähnt werden, dass auch bei dem alten ägyptischen Bergbaue die Arbeiter die Lampen, nach Agatharchides und nach dem ihm folgenden Diodorus Siculus, l. III. cap. 105. an der Stirn getragen, welche sich je nach der Stellung gedreht haben solle (wenn die Auslegung rich'ig ist).

Eine Lampe von ganz anderer Art ist endlich die, deren sich der sächsische Bergmann statt der Lichter in den Blenden bedient. Diese -- Taf. XI. Fig. 13. — hat die Form einer kleinen Kugel, oben mit einem Eingusse a versehen, die durch einen an einem Kettchen hängenden Stöpsel verschlossen ist, bei b mit einer Dülle, durch die der Docht heraustritt und bei c mit einem Fuse, mit dem die Lampe in die Dülle der Blende eingesetzt wird. Letztere steht etwas seitwärts, damit die Lichtflamme in die Mitte der Blende fällt.

In Verbindung mit der Blende gewährt diese Lampe alle die Vortheile, welche schon oben bei den Kerzen in Blenden erwähnt wurden; die Lampe an und für sich hat aber das Gute, völlig dicht zu seyn, wesshalb durch-

Digitized by Google

aus kein Oel verloren geht, sofern nur der Docht die Dülle gehörig ausfüllt. Die Leichtigkeit der Lampe endlich gestattet um so eher dieselbe beim Arbeiten an einer Stelle mit Letten anzukleben oder mittelst des dazu gehörigen Stochers an dem Kettchen des Deckels aufzuhängen.

Ausser diesen beschriebenen giebt es noch manche Einrichtung für besondere Zwecke, so u. A. die der Lampen zum Markscheiden, klein, leicht, selbst an einem Finger zu führen, und mit Scheinwerfern versehen, um, behufs des Ablesens von den Instrumenten die Beleuchtung auf einem Punkte zu vereinigen, welche schon de Villefosse (in seinem Mineralreichthum, Bd. II., deutsche Uebers., S. 142.) beschreibt. Von solchen muss jedoch hier, eben ihrer besonderen, beschränkten Bestimmung halber nicht weniger abgesehen werden, als von den für schlechte, besonders aber schlagende Wetter bestimmten Beleuchtungsweisen: den Humboldt'schen Lampen mit Luftbehälter, der Davys'schen und den übrigen Sicherheits-Lampen, dem alten Stahlrade, der in neuerer Zeit vorgeschlagenen Beleuchtung durch grose feststehende Lampen mit Scheinwerfern für eine weitere Entfernung und endlich durch electrisches Licht: sie alle gehören in die Wetterlehre.

Im Allgemeinen möchte über die Beleuchtung bei den Arbeiten noch Folgendes beigefügt werden.

Die Lampe darf zwar nicht so klein seyn, dass sie zu häufig neu gefüllt werden muss, eben so wenig aber so gros, dass sie den ganzen Bedarf für eine Schicht und selbst für stärkere Beleuchtung fasst, was besonders bei Talglampen zuweilen der Fall ist; weil sie dadurch sehr schwer wird.

Der übrige Talg wird in einer Tasche, wozu bei den sächsischen Häuern ursprünglich die lederne, noch jetzt vorn am Gürtel befestigte Lichttasche — Häuertasche — bestimmt ist, geführt; das Oel jetzt in gläsernen Fläschchen in derselben Tasche. In Ungarn wird das Oel häufig in einem kleinen bauchigen, thönernen

Digitized by Google

Kruge, im Mansfeldischen in einem Horne geführt, beide am Gürtel hängend.

Ferner muss jeder Arbeiter mit einem Feuerzeuge irgend einer Art versehen seyn, um im Falle des Verlöschens sich selbst wieder Licht anzünden zu können, weil er sich nicht allemal in der Nähe Anderer befindet.

Es ist durchaus nöthig, dass jeder Arbeiter sein eigenes Licht führt, nicht zwei oder gar mehrere bei einem arbeiten, wie diess z. B. in Vordernberg, Salzburg, auch auf manchen französischen Gruben der Fall ist. — In Almaden in Spanien sollen nach Ezquerra a. a. O. §. 435. S. 339. sogar 4 bis 5 Arbeiter nur ein Licht haben. In Schemnitz bekommen 2 Sauberjungen 1 Licht oder 3 Jungen 2. Schroll (in v. Moll's Annalen der Berg- und Hütten-Kunde Bd. I. Heft 2. S. 4.) hält zwar diese Vereinigung für wirthschaftlich, sie macht jedoch selbst bei mehrmännischer Bohrarbeit, wo noch am ersten daran gedacht werden könnte, einen Arbeiter zu abhängig von dem anderen, beschränkt ihn in allen Bewegungen zu denen er Helligkeit braucht, zu sehr, als dass nicht endlich der Verlust, durch weniger oder schlechter geleistete Arbeit, gröser werden müsste als die Ersparniss. Höchstens gestattet, wie schon im Eingange erwähnt worden, die Förderung auf einer künstliche Leitung gebenden Schienenbahn den Wegfall aller Beleuchtung ausser an beiden Enden, oder wenigstens eine gemeinschaftliche Erleuchtung durch feste Lampen, die in bestimmten Entfernungen von einander auf den Strecken aufgestellt sind, wie solches namentlich auf Kohlen- jedoch auch auf anderen Gruben nicht selten geschieht. So z. B. auch auf den, obschon nur mit ganz kunstloser Förderung versehenen Bleigruben bei Adra und Almeria in Spanien. (Vergl. Annales des mines, 3. sér. t. XIX. (1841.) p. 230.)

Uebrigens scheint aus den in alten Gruben in den Alpuxarren in Spanien vorgefundenen Spuren hervorzugehen, dass schon die Römer diese allgemeine Beleuchtung durch Lampen, welche von Zeit zu Zeit in

Digitized by Google

den Stösen eingehauenen Nischen aufgestellt wurden, angewendet haben. (Vgl. Ezquerra a. a. O. S. 435. p. 341.)

In gleicher Weise ist daher schon das z. B. in Ungarn, Mexico und sonst bei Officianten und Beamten übliche Vorleuchten durch besondere Arbeiter (Leuchtjungen) für eine genaue Besichtigung der Gegenstände sehr hinderlich und störend.

Ob das Beleuchtungsmaterial oder das Geld dazu den Arbeitern von der Grube gegeben, oder ihnen die Sorge für die Beleuchtung ganz allein überlassen wird, ist gleichgültig, sofern nur streng darauf gehalten wird, dass Jeder sein gehöriges Licht hat; fehlt es aber an Aufsicht, so wird er eben sowohl das zugetheilte Geleucht oder Geld auf andere Weise zu Haus verwenden, als die Anschaffung aus eigenen Mitteln unterlassen können.

Die unmittelbare Zutheilung des Geleuchtes in Natur ist häufig ein groses Hinderniss, in der Grubenwirthschaft zeitgemäse Ersparnisse eintreten zu lassen, weil sich die Arbeiter und Aufseher die zu wohlfeileren Zeiten herrschenden Mengen, obschon sie solche bei gehöriger Eintheilung gar nicht verbrauchen, nicht schmälern, noch viel weniger eine ganz andere wirthschaftlichere Beleuchtungsweise einführen lassen wollen.

Der Verbrauch an Geleucht, für eine gewisse Zeit, ist je nach der Oertlichkeit, Gewohnheit, Art der Beleuchtungsmittel, sehr verschieden; am wenigsten wird man, aus dem eben angegebenen Grunde, den wirklichen Bedarf nach den Mengen beurtheilen können, welche die Arbeiter bei einem und dem anderen Bergbaue bekommen, was schon daraus hervorgeht, dass diese meist nicht nur nach der Beschäftigung, sondern auch nach dem Range sich unverhältnissmäsig steigern, obschon Aufseher und Officianten nicht blos aus letzterer Ursache, sondern auch weil bei ihnen das Licht fortbewegt wird, mehr bekommen.

1) In Freiberg, in Sachsen, verbraucht ein Häuer in der achtstündigen Schicht in einer Lampe (in der Blende.) durchschnittl. $\frac{1}{11}$ Leipz. Pfd. Rüböl = $2\frac{9}{11}$ Loth (à 0,0146 Kil.).

2) In Döhlen durchschnittl. $\frac{1}{10}$ Pfd. = $3\frac{1}{5}$ Loth.

3) In Sangerhausen und Mansfeld wird ebenfalls auf die achtstündige Schicht mit dem Kreisel für 1 Sgr. Rüböl gerechnet, da nun das Pfund daselbst $3\frac{2}{3}$ bis 4 Sgr. kostet, so würde hiernach der Verbrauch $\frac{3}{11}$ bis $\frac{3}{12}$ Pfd. = $9\frac{6}{11}$ bis 8 Loth (à 0,01464 Kil.) seyn.

4) Bei dem oberschlesischen Steinkohlenbergbaue rechnet man auf eine zwölfstündige Häuerschicht $\frac{2}{9}$ Pfd. = $7\frac{1}{9}$ Loth Oel. (S. Berg- und hüttenmännischer Wegweiser durch Oberschlesien (1828.) S. 101.)

5) In den Steinkohlengruben zu St. Etienne in Frankreich verbraucht 1 Häuer in der zwölfstündigen Schicht 0,08 bis 0,1 kil. Oel. (In 10 bis $12\frac{1}{2}$ Schichten 1 kil.) (Karsten und v. Dechen, Archiv für Mineralogie. Bd. XVIII. (1843.) S. 132.)

6) Ebenso verbraucht er in den Steinkohlengruben im Departement Aveyron in der acht- bis zehnstündigen Schicht 0,1 kil. Oel. (Annales des mines t. VI. (1821.) p. 399.)

7) Bei dem Kupferbergbaue zu St. Bel bei Chessy in Frankreich, bekommt 1 Häuer $\frac{1}{8}$ kil. Rüböl auf die neunstündige Arbeitsschicht. (S. Ann. des mines, 3. sér. (1839. p. 513.)

8) Bei dem Steinsalzbergbaue zu Dieuze in Frankreich rechnet man auf 30 Häuerschichten von 8 Stunden 4 kil. Oel, also auf eine 0,123 kil. (Annal. des mines, 3. sér. t. VI. (1834.) p. 157.)

9) In den Steinkohlengruben von Rive de Gier verbraucht ein Häuer in 10 Stunden 0,2 kil. Nussöl, in schlechtem Wetterzuge um die Hälfte mehr. (Annal. des mines, t. I. (1816.) p. 129.)

10) In Almaden, in Spanien, verbraucht ein Häuer in 6 Stunden $5\frac{1}{3}$ Loth Oel, ein Zimmerling 8 Loth. (S. Ezquerra del Bayo, laboreo des minas. §. 438. p. 343.)

11) Bei dem Zwitterstockbergbaue zu Altenberg in Sachsen erhält ein Häuer auf 5 achtstündige Schichten 1 Pfund Talg.

12) Auf eine achtstündige Schicht erhält in Clausthal (und Andreasberg) auf dem Harze, ein Häuer

Digitized by Google

8 Loth Talg. (Vgl. Karsten und v. Dechen, Arch. f. Min. Bd. XIV. S. 483.)

13) Zu Poullaouen und Anzin in Frankreich, braucht ein Häuer (nach de Villefosse, Mineralreichthum, Bd. II., d. Uebers., S. 136.) in 12 Stunden 8 Loth Talg = 3 und 4 Stück (wahrscheinlich 1 Pfd. = ½ kil. gerechnet).

14) In Sachsen verbraucht man von dergl., davon 45 auf 1 Pfd. gehen, in 8 Stunden beim Fahren 5½, beim Arbeiten höchstens 5; also 4 bis 3½ Loth.

15) In Schemnitz in Ungarn wird auf die achtstündige Schicht 1 Licht für Grubenvorsteher und Hutleute 6 Loth Talg, für Schachtmeister, Kratzenfüller und Grubenzimmerleute 5 Loth, Anschläger 4 Loth, für Grubengesinde, Grubenjungen u. dergl. 2¾ Loth gegeben; 1 L. = 0,0175 Kil.

16) In Nayag in Siebenbürgen bekommt (nach J. Grimm, Bergbaukunde. Wien 1839. S. 90.) auf die achtstündige Schicht

ein Häuer	5—6	Loth	Talg	oder	3½	Loth Rüböl
ein Hundestöser	4—6	-	-	-	3—3½	- -
ein Zimmerling .	4—5	-	-	-	2½	- -
ein Risenförderer	4—6	-	-	-	2½	- -
ein Sauberer . .	4	-	-	-	2½	- -

N a c h t r ä g e.

Zu Abth. I. (Wegfüllarbeit.) §. 12. — Ein durch die Annales des ponts et. chaussées, 2. sér. t. VI. (1843.) 2. sem. p. 74. bekannt gewordener Spaten für Erdabgrabungen ist der Taf. XI. Fig. 14., A obere, B Seiten-Ansicht, dargestellt.

Seine Construction ist die der schlesischen Schippe, (S. Abth. I. §. 12.), nehmlich ein mit dem Helme a aus einem Stücke geschnittenes Blatt von Holz, welches aber vorn und hinten mit Eisen belegt ist. Dieses Blatt ist aber noch gewölbter als jene; übrigens herzförmig, unten in eine Spitze auslaufend; eine Gestalt, welche, sehr zweckmäsig zum leichten Eindringen, auch den Vortheil gewähren soll, Steinen in der Erde leicht auszuweichen; zur Herstellung einer ebenen Sohle, durch Abgraben wird jedoch natürlich der Spaten dadurch untauglich.

Zu Abth. I. §. 15. — Der gewöhnliche Pflug hat neuerlich in Russland (nach dem Annuaire du journal des mines de Russie, ann. 1841. p. 102.) auch bei der Gewinnung der goldhaltigen Ablagerungen eine vortheilhafte Anwendung gefunden.

Nachdem die Oberfläche zuerst von Bäumen und grosen Wurzeln befreit worden, reisst man sie mit dem Pfluge auf und fördert die dadurch gebildeten Schollen weg, pflügt wieder, fördert das Aufgerissene abermals

Digitized by Google

weg und geht so abwechselnd immer tiefer nieder, bis man endlich die goldhaltige Schicht erreicht hat.

Damit der Pflug nicht zu schnell immer wieder auf dieselbe Stelle kommt, wodurch die Erde zu fest getreten werden würde, ist ein groser Bezirk nöthig; ist derselbe aber zu gros, so dass die umgeackerte Erde bis zum Wegfördern zu lange liegen bleibt, so wird sie schlammig und schlecht wegzuschaffen.

Nach 5 bis 6 Stunden Pflügen folgt 1 bis 1½ Stunde Auswerfen.

Gut ist es, um das Ansammeln von Wasser zu verhüten, eine etwas geböschte Oberfläche zu halten, sumpfiges Land aber vorher geradezu etwas abzutrocknen.

Zu Abth. II. (Keilhauenarbeit.) §. 10. — Doppelkeilhauen, von etwa 16 Zoll Länge des Blattes, und 20 Zoll des runden Helmes sind seit mehreren Jahren auch bei dem Betriebe des Neuen Seegen Gottes Stolln's zu Sangerhausen, zum Schrämen im Gipse u. dgl. mit Nutzen angewendet worden.

Einer Verbindung der Keil- und Breit-Haue als Doppelhaue bedient man sich häufig in Oesterreich zu Erdarbeiten über Tage. Das von einer Seite des Auges in eine Spitze, an der andern in eine Schneide auslaufende Eisen ist 18 bis 20 Zoll, das runde Helm bis 3 Fus lang. Diese Haue scheint wegen ihrer doppelten Anwendbarkeit, als Spitz- und als Breit-Haue, sehr zweckmäsig zu seyn.

Zu Abth. II. §. 11. — Die Gestalt des Czakans, der in den ungarischen und siebenbürgischen Steinsalzwerken, von verschiedener Gröse und Schwere allgemein gebraucht wird, ist die Taf. XI. Fig. 15. A obere, B Seiten-Ansicht.

Das Blatt a endigt auf der einen Seite in eine gekrümmte, scharf ausgezogene Spitze, auf der andern in eine sehr schmale aber hohe Bahn, die zum Zerspalten

der schon abgetrennten Salzbänke, auch wohl zum Eintreiben von Keilen dient. Die gröste Höhe des Blattes liegt nun entweder in dieser Bahn oder im Auge, besonders bei sehr schweren Czakans, deren Gewicht weniger durch die Länge als durch die Höhe und und Dicke vermehrt wird.

Das Helm b sitzt der Bahn weit näher, als der Spitze, ist rund, verhältnissmäsig kurz, dünn und elastisch, des ersteren Angriffes wegen oben und unten bei c und d mit Bindfaden umwunden.

Zu Abth. III. (Schlägel- und Eisen-Arbeit) §. 6. — Auch Fäustel und Eisen werden zuweilen mit gekröpften Helmen, wie Taf. XI. Fig. 16. — in ähnlicher Weise und für gleichen Zweck versehen wie die Keilhauen, (Vgl. Abth. II. die Keilhauenarbeit §. 9. und Taf. III. Fig. 4.) nehmlich um in beschränkten Räumen, in Winkel und Vertiefungen besser hineingelangen zu können.

Zu Abth. III. §. 7. — Bei dem Kupferschieferbergbaue zu Sangerhausen in Thüringen, wo ebenfalls ziemlich lange Bergeisen, insbesondere zum Betriebe in Gips und ähnlichen weichen Gebirgsmassen üblich sind, werden statt der Eisenriemen eiserne Ringe von 13 bis 14 Zoll Durchmesser — Taf. XI. Fig. 17. — angewendet, auf welche man die Eisen mit den Augen anreiht und dann den federnden Ring, durch Einsetzen des Häkchens a an dem einen Ende in das Oehr b am anderen, schliest. — Der Ring wird beim Fahren über Arm und Schulter gestreift.

Zu Abth. VI. (Hereintreibearbeit) §§. 8. u. 18. — Ein Beispiel von der früheren Anwendung hölzerner Keile bei Gangbergbau ist in v. Born's Briefen über mineral. Gegenstände S 189. von Ungarn mit der Bemerkung mitgetheilt, dass diese Arbeit „Taschenarbeit" ge-

Digitized by Google

heisen habe; es ist jedoch auch dort nicht abzusehen, worauf sich die Annahme gründen, dass es eben hölzerne Keile gewesen seien.

Zu Abth. V. (Bohren und Schiesen.) §. 13. — Hohlbohrer wendet man auch beim Betriebe des Neuen Seegen Gottes Stolln zu Sangerhausen zum Bohren im Gips u. dergl. an. Sie haben die Taf. XI. Fig. 18. verzeichnete Gestalt eines gewöhnlichen Röhrenbohrers mit Löffel a und sind oben mit einer durch ein Oehr gesteckten hölzernen Krücke b zum Drehen versehen.

Zu Abth. V. §. 15. — Nach einer Veröffentlichung im Bergwerksfreunde Bd. IX. S. 1., wie auch nach unmittelbar nach Freiberg gelangten Mittheilungen waren auf der Centrum Grube bei Eschweiler und auf mehreren anderen Gruben in Belgien und Westphalen aus der Anwendung von Gussstahl zu Bohrern gegen anderen Stahl äusserst günstige Ergebnisse erlangt worden. In Folge deren wurden im Jahre 1845 auf drei freiberger Gruben (Himmelsfürst, Gelobt Land und Sonnenwirbel) vor 6 verschiedenen Oertern Versuche mit Gussstahl gegen den bis jetzt allgemein gebrauchten steierischen (Innersberger) Stahl angestellt.

Abgesehen von dem Verluste beim Schroten, welcher zwar bei dem Gussstahle kleiner als bei dem Innersberger (auf 100 Zollpfunde 5,09 Pfd. : 0,535 Pfd), dennoch aber bei ersterem wohl dadurch immer noch etwas vermehrt worden war, dass jener wegen seines zu grosen Querschnittes erst noch ausgereckt werden musste, war auf 100 Zoll Bohrloch

	bei dem Gussstahl:	bei dem steier. Stahl:
der Verlust beim Schärfen	0,166 Pfd.	0,1293 Pfd.
auf dem Gestein	0,089 -	0,1019 -
der gesammte Stahlaufwand	5,6759 Ngr.	4,447 Ngr.
der Aufwand an Häuerlohn	20,152 -	18,431 -
der Gesammtaufwand . . .	25,827 -	22,878 -

Digitized by Google

sonach war bei dem Gusstahle der Verlust auf dem Gestein kleiner, als bei dem steierischen, der beim Schärfen aber namhaft gröser, was vielleicht wenigstens zum Theil von der minderen Uebung der Schmidte in der Bearbeitung dieser Stahlsorte herrührt.

Das Bohren scheint langsamer von Statten gegangen zu seyn. Den grösten Einfluss auf das ungünstige Ergebniss übt aber der zu hohe Preis des Gussstahles, welcher damals bei 100 Zollpfund 30 Thlr., auf 100 Zollpfund steierischen aber nur 13 Thlr. 18,24549 Ngr. war.

Am mindesten ungünstig war das Verhältniss auf dem gebrüchsten Orte.

Auch stellte man mit den gleichzeitig von Westphalen hergesendeten Bohrern, mit den dort gebräuchlichsten langen oder herzförmigen Köpfen, — Vgl. Taf. VII. Fig. 7. B — Versuche an. Auf gebrächem Gestein bohrten dieselben weit schneller, als die gewöhnlichen kolbenförmigen (häufig zu kolbigen) Köpfe, auf festem Gestein hingegen standen sie zum Theil gut, zum Theil verschlugen sie sich sehr schnell; Köpfe von dieser Form aus steierischem Stahle hingegen standen gar nicht.

Ein später auf dem Tiefen Fürsten Stolln angestellter, zur Zeit noch nicht ganz beendigter Versuch mit englischem Huntsmann-Stahl, ebenfalls gegen den gewöhnlichen steierischen, hat auf (100 Zoll Bohrloch (von 1 Zoll Weite)

	von steierischem Stahl:	Huntsmann-Stahl:
den Verlust in der Schmiede	3,5971 Lth.	1,4388 Lth.
- - auf dem Gestein	3,2374 -	1,4388 -

ergeben; freilich steht der Preis bis jetzt noch in einem viel höheren, als dem umgekehrten Verhältnisse.

Zu Abth. V. §. 22. — Eine besondere Form des Trockenbohrers, die ebenfalls bei dem mansfelder und sangerhäuser Kupferschieferbergbaue vorkommt, ist die Taf. XI. Fig. 19. dargestellte, nehmlich mit einem langgezogenen, kolbigen Kopfe an schwächerer Stange; eine Form, welche anscheinend ein leichteres Aus- und Ein-

Digitized by Google

gehen des Stampfers ohne Klemmen gestattet. Auch er wird mit einem Schlüssel (Vergl. Abth. V. §. 23.) bewegt, der jedoch nur ein annähernd viereckiges, fast rundes Oehr hat, was hier vollkommen ausreicht, weil die Stange des Stampfers ziemlich vollkantig ist.

Zu Abth. V. §. 27. — Nach **Bodemann** im Bergwerksfreund, Bd. VIII. S. 176., ist die Zusammensetzung des harzer Sprengpulvers 62,11 Salpeter, 21,28 Kohle und 16,41 Schwefel.

Zu Abth. V. §. 27. — Versuche mit Anwendung stärkeren Pulvers zum Sprengen sind in Freiberg seit einigen Jahren wieder aufgenommen und seitdem fortgesetzt worden. Zwar ist wegen der sehr verschiedenen hier zusammenwirkenden Umstände, sowie der Schwierigkeit, ununterbrochen die genaueste Aufsicht zu führen, bis jetzt noch kein ganz entscheidendes Ergebniss erlangt worden; jedoch hat sich wenigstens unzweifelhaft erwiesen, dass stärkeres, jetzt gewöhnlich zu Zündern angewendetes, Pulver von 120 Grad Schlag gegen das gewöhnliche Sprengpulver von circa 46 Grad bedeutende Vortheile durch grösere Leistung und somit Ersparniss an Pulver, wie an zu schlagenden Bohrlöchern gewährt. Bei noch stärkerem — Jagd- — Pulver ist diess bis jetzt noch zweifelhaft geblieben, was jedoch sehr wahrscheinlich durch den Umstand mit veranlasst worden ist, dass man gleichzeitig die Löcher enger gebohrt hat, um mit geringeren Ladungen dasselbe zu leisten, als mit gröseren von schwächerem Pulver, dabei aber der schon früher erwähnte Uebelstand eintritt, dass die Zünderspur nicht in gleichem Verhältnisse enger gemacht werden kann, daher durch diese ein um so grösserer Theil von Kraft entweicht, als das Bohrloch enger ist.

Zu Abth. V. §. 27. — Auch die **Aufbewahrung** des Pulvers ist sowohl in Bezug auf dessen Erhaltung, als auf die Sicherheit sehr wichtig, daher noch nachträglich Einiges darüber erwähnt werden soll.

Eine erste, schon in §. 27. dargethane Nothwendigkeit ist: das Pulver trocken zu erhalten.

Künstliche Mittel, welche vorgeschlagen worden sind, das Aufbewahren des Pulvers in Flaschen, eisernen Gefäsen, Auskleidung der Fässer mit Papier, mit Kitt u. dergl. können, nicht gerechnet die Kostspieligkeit und sonstigen Uebelstände, z. B. die Zerbrechlichkeit der Flaschen, den geringen Fassungsraum, — doch höchstens nur so lange von Wirksamkeit seyn, als das Behältniss ungeöffnet bleibt, am wenigsten aber, wenn es, wie hier, einmal angebrochen, immer wieder geöffnet und erst nach und nach entleert wird.

Wirksamer ist daher die Aufstellung von gemeinem gebrannten, oder noch besser von salzsaurem Kalke in den Räumen, in denen das Pulver aufbewahrt wird, um die Feuchtigkeit aus der Luft aufzuziehen, so dass sie nicht an das Pulver gehen kann, jedoch ist die häufig zu erneuernde Aufstellung kostspielig.

In den meisten Fällen wird es hinreichen, zur Aufbewahrung einen trockenen luftigen Raum zu wählen, also ja nicht ein dazu vorgerichtetes Mundloch eines ungangbaren Stolln's, wie es hier und da geschehen ist. Es sind vielmehr hierzu von gröseren Gruben, oder von mehreren kleinen gemeinschaftlich eigene Pulverthürme anzulegen. Diese müssen ringsherum frei, als leichte Gebäude, oder, wenn man der sonstigen Sicherheit halber sie mit stärkeren Umfangsmauern umgiebt, wenigstens nur mit leichten Bedachungen aufgeführt seyn, damit im Falle einer Entzündung das Pulver sich leicht und auf die mindest schädliche Weise einen Ausweg öffnen kann. Eigentlich sind daher schon die gewöhnlichen schweren Ziegeldächer minder empfehlungswerth, obschon sie und die ganze festere Bauart des Thurmes desto weniger Gefahr drohen, je abgelegener der Thurm steht. Vor dem

Einschlagen des Blitzes ist der Thurm mit einem Ableiter zu versehen.

Um das Innere desselben trocken zu erhalten, ist er nicht nur auf einer erhabenen Halde aufzustellen, sondern auch der über derselben erhöhete Fusboden mit Schmiedeschlacken und Kohlenlösche zu unterfüllen, in welcher Kreuzkanäle ausgespart werden, die in der Aussenseite der Umfangsmauer ausmünden, wo sie mit Blech- oder Drath-Gittern verwahrt sind.

Der Eingang ist mit doppelter Thür, die äussere mit Eisen beschlagen, versehen; das nöthigste Licht durch enge ebenfalls vergitterte und wo möglich auch übrigens so vorgerichtete Oeffnungen einzuführen, dass nichts hineingeworfen werden kann.

Um bei dem sich täglich wiederholenden Besuche des Thurmes der Gefahr vorzubeugen, welche aus dem Zertreten von Pulverkörnern entspringen würde, deren Verzettelung unter diesen Umständen fast unvermeidlich ist, hat man nicht nur den Fusboden mit Sägespänen dick zu bestreuen, sondern auch an der Thür ein Paar weiter Filzschuhe aufzustellen, in welche der Eingehende unmittelbar mit seiner gewöhnlichen Fusbekleidung treten kann.

Dass die höchste Vorsicht mit Licht beobachtet, wo möglich gar keines hineingebracht, sondern nöthigen Falles von aussen hineingeleuchtet werden soll, bedarf kaum der Erwähnung.

Einen eigenthümlichen Weg zur Sicherung hat Fadëieff in Petersburg vorgeschlagen und versucht. (Vgl. Dingler, polyt. Journ. Bd. XCIII. (1841.) S. 281.) Da sich nehmlich Pulver mit Pulverstaub oder mit anderen Stoffen in Mehl- oder Staub-Form gemengt, schwerer entzündet, so brachte Fadëieff eine Mengung von gut gepulvertem Graphit und Holzkohle mit dem Pulver in Anwendung, indem Holzkohle und Pulverstaub allein die Masse zu dicht machten; oben auf die Füllung der Fässer aber brachte er eine 5 bis 6 Centimeter dicke Schicht von blosem Graphitpulver.

Dass dieses Verfahren den gerühmten guten Erfolg

Digitized by Google

eines allmäligen Verbrennens bei eingetretener Entzündung haben mag, ist wohl zu glauben, eben so wenig aber ist die praktische Anwendbarkeit, vollends für die Aufbewahrung beim Bergbaue abzusehen, da ein solches Pulver vor dem Verbrauch erst jedesmal durch Sieben von den Beimengungen wieder befreit werden muss, wodurch Aufwand an Arbeit und Zeit, Verlust an Pulver, endlich aber vermöge des vielen Handirens mit demselben viel mehr Gefahr herbeigeführt wird, als beseitigt ist.

In den Huthäusern darf höchstens nur so viel Pulver aufbewahrt werden, als zur Vertheilung auf eine Schicht nöthig ist, und selbst dieses kann bei grosen Gruben eine so gefährliche Menge seyn, dass es besser ist, sie erst kurz vor jeder Vertheilung aus dem Pulverthurme zu holen. Bei kleinen Gruben, die keine eigenen Pulverthürme, wenigstens nicht allein und daher dieselben oft entfernt haben, ist jenes freilich weniger zu vermeiden, aber auch des geringeren Bedarfes wegen weniger gefährlich.

In den Wohnungen der Bergarbeiter endlich dürfen höchstens 2 bis 3 Pfund, als so viel aufbewahrt werden, als ein Geding häuer und vielleicht auch Weilarbeiter in einer Woche braucht; dieser Bedarf in gut verschlossenen Blechbüchsen und letztere wieder in ebenso gesicherten Schränken.

Aus gleicher Ursache dürfen auch die Zünder nur auf den Gruben und von sicheren Leuten gefertigt werden. (S. die für den sächsischen Bergbau darüber bestehenden Verordnungen vom 22. August 1821; 9. April 1829; und 15. Januar 1831; im Kalender für d. sächs. Berg- u. Hütten-Mann, Jahrg. 1832. S. 190., Jahrg. 1830. S. 200. und Jahrg. 1833. S. 110.)

Zu Abth. V. §. 31. — Im Verlaufe der länger fortgesetzten Anwendung der Würth'schen Besetzungsweise mit Schiesröhrchen von Schilf hat sich ergeben

1) dass es wesentlich nothwendig ist, dass das Röhrchen ja nicht zu weit, dass es dagegen gut ausgebohrt und von Mark gereinigt sei, weil es im ersteren Falle beim Besetzen leicht zerdrückt werden kann, worauf es die Schiesnadel mit dem Gestein in Berührung kommen lässt, im letzteren bei etwaigem Abschlagen des Zünders fortglimmen kann.

Um das Zerspalten der Röhrchen noch mehr zu verhüten, dürfen dieselben nicht zu trocken seyn und sind daher vor dem Gebrauche längere Zeit an einem feuchten Orte, am Besten in der Grube selbst, aufzubewahren.

Ferner dürfen die Räumnadeln nicht zu spitz zulaufen, wie schon früher bemerkt worden ist. Die Anfertigung derselben aus zusammengeschweistem alten Drathseil hat sich in Folge der Zähigkeit dieses Eisens gut bewährt.

Nicht minder erfolgreich hat es sich erwiesen, zur Fertigung der Zünder stärkeres Zünderpulver mit Spiritus angemacht, anzuwenden, weil solche kräftiger und selbst dann noch schlagen, wenn sie etwa zerknickt sind.

(Vgl. den Kalender für den sächs. Berg- und Hütten-Mann. Jahrg. 1846. S. 151.)

Endlich hat man, um die Zünderspur enger halten zu können, zu den Zündern statt des Schilfes starkes Stroh mit Nutzen angewendet, welches übrigens wie jenes behandelt, d. h. nur mit Pulverbrei ausgerieben wird.

Zu Abth. V. §. 31. — Die Sicherheitszünder haben in neuerer Zeit dadurch eine Verbesserung erlangt, dass die für trockene Bohrlöcher bestimmten einen Ueberzug anderer Art als früher, einen gips- oder kreideartigen erhalten haben, welcher weniger schlechten Geruch erzeugt, auch scheint die Fabrikation in Bezug auf ein etwas gleichförmigeres Fortbrennen sich vervollkommnet zu haben.

Digitized by Google

Zu Abth. V. §. 31. 32. — Die Zünder werden zwar in den Gruben häufig, wie von den sächsischen Häuern, in einer langen, cylindrischen Büchse von Blech mitgeführt, die Schwefelmännchen in der Häuertasche; in Ungarn aber, wo wie bei dem meisten Bergbaue, die letztere fehlt, bedienen sich die Häuer oft einer hölzernen Büchse a Taf. XI. Fig. 20. von derselben Form, an welcher jedoch, mit ihr aus einem Stücke bestehend, noch eine kleinere b für die Schwefelmännchen sitzt. Die Patronen und Alles, was etwa sonst mitzuführen, trägt der ungarische Häuer meist in einem über die Schultergehängten Ranzen von Leder oder noch rauhem Kalbfell.

Eine noch umfassendere Vorrichtung führen die mansfeldischen Häuer. Sie besteht in einer länglich viereckigen Büchse von Blech (Taf. XI. Fig. 21.), welche durch zwei Scheidewände in drei ungleich grose Abtheilungen — a, b, c, — getheilt ist. Die gröste derselben a ist zur Aufnahme der Patronen, die andere b für die Zünder und die dritte c für die Schwefelmännchen bestimmt. Letztere beide werden durch einen besonderen Deckel d, alle zusammen aber durch einen gemeinschaftlichen c, geschlossen, so dass nicht nothwendig und unabsichtlich mit der Abtheilung a zugleich b und c geöffnet wird, was der Sicherheit wegen sehr nützlich ist.

Zu Abth. V. — Nach §. 42. ist zu setzen, als §. 43.

Das Laden und Besetzen kann unter gewöhnlichen Umständen auf, der Hauptsache nach, folgende verschiedene Weisen bewirkt werden:

1) auf die gewöhnliche Weise,
2) mit gemengtem Pulver,
3) mit Pflock,
4) mit Keil,
5) mit Sand (Verbindung der vorigen damit),
6) mit Luft.

Digitized by Google

Zu Abth. V. §. 54. — Schiesen mit Percussion, ist noch aufmerksam zu machen auf J. A. Hülsse. allgemeine Maschinen-Encyclopädie, Bd. I. Art. Anzündungs-Vorrichtungen S. 269. u. s. f., wo noch mehrere hierher gehörige Einrichtungen beschrieben sind.

Zu Abth. V. §. 55. — Hinsichtlich der Entzündung des Pulvers mittelst der galvanischen Batterie hat Jacobi in Petersburg in neuerer Zeit durch Versuche bestätigt gefunden:

1) dass der Zünddrath sehr dünn seyn muss (wie schon im genannten §. bemerkt wurde),

2) dass es besser ist, zu dem ihn umgebenden Zündpulver grobes als feines anzuwenden, weil ihn ersteres weniger abkühlt,

3) dass der Drath zweckmäsig mit einer sehr leicht entzündlichen Pulvercomposition zu bestreichen ist, wenn man mit recht schwachen Batterien arbeiten will.

Zu Abth. V. §. 57. — Ueber die in Freiberg angestellten Versuche von aus chemisch reinen Materialien gefertigtem Pulver enthält der Kalender für den sächs. Berg- und Hütten-Mann, Jahrg. 1841. S. 115. eine Notiz, nach welcher unter 10 Versuchen 7 Mal Entzündung erfolgte, das aus jenen gefertigte Bergpulver aber die stärkste Explosionsfähigkeit gegen feineres zu haben schien.

Zu Abth. V. §. 61. — Hinsichtlich des mehrmaligen Ladens und Besetzens eines und desselben Bohrloches bei dem mansfeldischen Kupferschieferbergbaue ist (nach gefälligen Mittheilungen von dort) noch Folgendes nachzutragen.

Die Bohrlöcher, welche daselbst überhaupt 15 bis 24 rheinl. Zoll tief und 1 Zoll weit, auf die Dachberge

Digitized by Google

gebohrt werden, bekommen in der Schafbreiter Revier bei dem ersten Besatze 3 bis 7 Zoll Pulver; beim zweiten, nach erfolgtem Ausbohren, 3 bis 4 Zoll mehr; beim dritten Male, sofern dasselbe nöthig, 3,5 bis 6 Zoll mehr, als das erste Mal.

Das erste Mal werden die Berge nur in der nächsten Umgebung des Bohrloches leise geschreckt, das zweite Mal wird schon hinten eine schwache Trennung bewirkt, das dritte Mal endlich völlig gehoben.

Wenn ein scharf geladener Schuss gleich das erste Mal die Berge hereinwirft, so greift er auf 40 bis 50 Zoll, wenn er gut ist, auf 60 Zoll Länge, bei zwei- und dreimaligem Besetzen aber auf 80, 120, ja 160 Zoll Länge.

Bei zweimaligem Besetzen ist die Leistung 1¼ bis 1½ Mal; bei dreimaligem 1½ bis 2 Mal so gros als bei einfachem; da nun 2 Mann zur Schlagung eines Bohrloches 1½ bis 2 Stunden, zum Ausbohren aber nur 5 bis 6 Minuten und eben so viel zum Besetzen und Wegthun brauchen, so wird nicht nur Pulver, sondern auch Zeitersparniss erlangt.

Zu Abtheilung V. überhaupt.

Bei der Wiederholung des schon vor mehreren Jahren von Triger in Frankreich angewendeten Verfahrens, einen Schacht in ganz offenem sehr wassernöthigen Lande mit Hülfe eines eisernen oben geschlossenen Senkcylinders abzuteufen, der mittelst einer Luftpumpe fortwährend mit stark verdichteter Luft von 3 Atmosphären gefüllt erhalten wurde, die ihrerseits wieder das Wasser in den Boden und unter dem unteren Rande des Cylinders hinausdrängte: kam der Fall vor, dass zur Durchbrechung einer festen Schicht in dieser dichten Luft geschossen werden musste.

Es zeigte sich dabei keinerlei Schwierigkeit, nur dass man keinen Schwefel zum Anzünden anwenden durfte, weil er die Luft so sehr verschlechterte, dass sich erst nach mehreren Stunden wieder in dem Raume

Digitized by Google

athmen lies; ohne Nachtheil wendete man dagegen Sicherheitszünder an.

Der Knall war nicht stärker als in gewöhnlicher Luft, nur dumpfer; ein Manometer kam nur wenig in Schwankung, der eiserne Cylinder zitterte kaum. (Vergl. Polyt. Centralblatt 1845. Neue Reihe. Bd. VI. T. 458.)

Digitized by Google

Inhalts-Verzeichniss.

Seite.

Allgemeine Vorbegriffe. 1

§. 1. Definition von Gewinnungsarbeiten 1
§. 2. Begriff von Häuer. Ursprung des Namens . . . 2
§. 3. Begriff von Gezäh 4
§. 4. Wichtigkeit der Häuerarbeiten; Bereich derselben . . 4
§. 5. Umstände, welche auf die Beschaffenheit der Gewinnungsarbeiten einwirken 5
§. 6. Gang der anzustellenden Betrachtung 5

I. Verhältnisse, welche auf Art, Wahl und Erfolg der Gewinnungsarbeiten Einfluss ausüben . 6

§. 1. Unterschied dieser Verhältnisse 6

A. Verhältnisse, welche auf Art und Wahl der Gewinnungsarbeiten Einfluss ausüben. . 6

§. 2. Gewinnbarkeit; — Begriff; Eigenschaften, welche dieselbe begründen 6
§. 3. Härte 7
§. 4. Zusammenhalt 7
§. 5. Elasticität 8
§. 6. Zerklüftung 8
§. 7. Verwitterung 9
§. 8. Verschiedenheit des Einflusses der Zerklüftung und Verwitterung auf die Gewinnbarkeit 9
§. 9. Festigkeit, Structur, Textur; — Auflösbarkeit im Wasser und deren Einfluss 10
§. 10. Mineralien im Zustande chemischer Auflösung im Wasser; ausserhalb des Bereiches der bergmännischen Gewinnungsarbeiten liegend 10
§. 11. Grade der Gewinnbarkeit 11
§. 12. Rolligkeit 11

Digitized by Google

Seite.
§. 13. Milde 12
§. 14. Gebrächheit 12
§. 15. Festheit 12
§. 16. Höchste Festheit 13
§. 17. Einfluss der Gestalt und Gröse der zu gewinnenden Stücke 13
§ 18. Einfluss der Gestalt des herzustellenden Raumes und dessen Flächen 14
§. 19. Einfluss der Gröse und Gestalt der Räume, in denen die Gewinnungsarbeiten verrichtet werden müssen . . 15
§. 20. Einfluss von Wasser- und Wetter-Nöthigkeit, Unhaltbarkeit des Gesteins . . . . , 17
§. 21. Geschicklichkeit der Arbeiter, ... 17
Grad der möglichen Ausbildung.
§. 22. Einfluss der Güte der Materialien 19

B. Verhältnisse, welche auf den Erfolg und die Leistungen der Gewinnungsarbeiten Einfluss haben. 20

§. 23. Geschicklichkeit und Kraft der Arbeiter 20
§. 24. Bildungsweise geschickter Arbeiter 20
a) Heranziehen eines eigentlichen Bergmannsstandes;
b) Ausbildung von körperlich und geistig tüchtigen jungen Leuten, gehöriges Anlernen.
§. 25. Einfluss von Geding- und Accord-Arbeit; 25
allgemeine Regeln für deren Einrichtung.
§. 26. Oefterer Wechsel der Arbeitsstellen 29
§. 27. Wahl geeigneter Arbeitsstellen nach der Persönlichkeit der Häuer 32
§. 28. Sorgfältige Beaufsichtigung 32
§. 29. Wege der Bildung und Erhaltung eines kräftigen Bergmannsstandes 33
§. 30. Einfluss der Beschaffenheit des Gezähes 35
§. 31. Gewährung erlaubter und nöthiger Bequemlichkeit und Erleichterung bei der Arbeit 37
§. 32. Einfluss von Wasser- und Wetter-Nöthigkeit und von der Unhaltbarkeit des Gesteines auf die Leistung . . 41
§. 33. Spannung des Gesteins;
Arten derselben 43
§. 34. Anzahl der freien Angriffsflächen 45

II. Von den Arten der Gewinnungsarbeiten. . 46

§. 1. Wesentliche Verhältnisse, welche die Haupt-Unterschiede der Gewinnungsarbeiten begründen 46
§. 2. Hauptclassen der Gewinnungsarbeiten. 46
§. 3. Aufzählung der einzelnen 47
§. 4. Anhalten für deren Eintheilung 48
§. 5. Gang der Betrachtung 48
§. 6. Standpunkt der Gewinnungsarbeiten in geschichtl. Hinsicht 49

Digitized by Google

Seite.

Abtheilung I. Die Wegfüll-Arbeit. . 51

§. 1. Character und Zweck der Wegfüllarbeit 51
§. 2. Gegenstand derselben 51
§. 3. Eintheilung der ihr zugehörigen Gezähe 52
§. 4. Aufzählung der Gezähe 53

A. Gezähe zur Gewinnung von Massen ohne allen Zusammenhang. 54

§. 5. Die gewöhnliche Schaufel; 54
Blatt; Stiel; Handhabung; — Bereich der Anwendbarkeit; kurzgestielte Schaufel; ganz hölzerne.
§. 6. Die Schlammschaufel 57
Bestimmung, Einrichtung, Handhabung.
§. 7. Das Schlammnetz 60
Zweck, Einrichtung für Turf, Seeerze; Handhabung dabei. Andere Anwendungen. Handbagger auf Rädern.
§. 8. Die Gabel . . . . , . 64
als Seifengabel; zur Turfgewinnung.
§. 9. Die Kratze 66
Die Krückenkratze; Einrichtung; Handhabung; Anwendbarkeit.
Die Spitzkratze; Einrichtung; Zweck; Anwendbarkeit. Ersatzmittel der Kratze.
§. 10. Der Kräll 72
Einrichtung; Bestimmung; Abarten.

B. Gezähe, zur Gewinnung von etwas zusammenhängenden Massen geeignet. 73

§. 11. Classe der Spaten 73
Bereich der Anwendung der Spaten 73
§. 12. Einschneidige Spaten 73
1) Der gemeine Spaten; Einrichtung, Bestimmung, Handhabung. — 2) Spaten zu Abdeckarbeiten. — 3) Der Bunkerspaten. — 4) Der Auflegerspaten. — 5) Der Stecherspaten. — 6) Die schlesische Schippe. — 7) Langgestielter Spaten zum Bohren im Sande.
NB. Hierzu gehört noch der französische Abschärfspaten im Nachtrage S. 747.
§. 13. Mehrschneidige Spaten 80
Das Winkelhakenstechmesser (der Flügelspaten); der französische Flügelspaten mit Rahmen; der französische vierschneidige Turfspaten.
§. 14. Hülfsgezähe 86
§. 15. Maschinen und mechanische Hilfsmittel für die Wegfüllarbeit 87
Grenzen der Anwendung derselben.

Digitized by Google

Seite.

Maschinen zum Aufreissen des Grundes; der Brückmann'sche Grabenpflug; der Rosenberg'sche Turfpflug; die Pferdeschaufel; der Pallisard'sche und der Palmer'sche selbstladende Karren.

Maschinen, welche hackend und wegfüllend arbeiten. Die Palmer'sche Grabmaschine; die von Newton und de Gervais; Turfgrabenmaschinen; Baggermaschinen; Schneepflüge.

NB. Hierher gehört noch die Notiz über Anwendung des Pfluges bei der Goldsandgewinnung in Russland, im Nachtrage S. 747.

§. 16. Leistungen bei der Wegfüllarbeit 99

Abtheilung II. Die Keilhauenarbeit. 106

§. 1. Grund des Namens und Character dieser Arbeit . . . 106

§. 2. Stellung gegen die übrigen Eisenarbeiten 106

§. 3. Zweck und Bereich der Anwendung dieser Arbeit . . 107

§. 4. Geschichtliches 107

Alter der Keilhauenarbeit, frühere Anwendung.

§. 5. Material zu den Keilhauen u. dem scharfen Gezäh überhaupt; 110

Wechsel desselben im Laufe der Zeit.

§. 6. Gezähe, welche der Keilhauenarbeit zugehören . . . 117

§. 7. Die Keilhaue 117

Hauptarten derselben.

§. 8. Die einfache Keilhaue 118

Erfordernisse; Material; Gestalt und Einrichtung der einzelnen Theile; Masverhältnisse, Abarten; Zweck derselben.

NB. Durch ein Versehen in der Bezeichnung der SS. ist statt §. 9., sogleich die Bezeichnung §. 10. u. s. f. gesetzt worden.

§. 10. Die Doppelkeilhaue 137

Character; Vorkommen, Vortheile, Einrichtung.

NB. Hierher gehört noch die Notiz über die Anwendung der Doppelkeilhauen in Thüringen, Oesterreich; im Nachtrage S. 748.

§. 11. Der Schrämhammer 139

Character; Vortheile, Anwendbarkeit; verschiedene Einrichtungen.

NB. Hierher gehört noch die Beschreibung des Czakans bei dem siebenbürgischen und dem ungarischen Steinsalzbergbaue, im Nachtrage S. 748.

§. 12. Die Breithaue 143

Character; Zweck; verschiedene Einrichtung.

§. 13. Der Schrämspies; als Hülfsgezäh 146

Einrichtung, Anwendbarkeit; einfachste Darstellung als zugespitzter Stock.

§. 14. Die gemeine Axt, als Hülfsgezäh 147

Digitized by Google

Seite.

§. 15. Die Arbeit mit der Keilhaue 147
Arten der Führung, allgemeine Regeln dafür.
§. 16. Hauptsächlichstes Feld der Anwendung der Keilhauenarbeit 148
§. 17. Hauptverschiedenheiten der Arbeit mit der Keilhaue . 148
§. 18. Die Keilhauenarbeit als Vorbereitung 149
§. 19. Das Schrämen; Unterarten desselben, ... 149
vorzugsweise auf Flötzen.
Dessen Character.
§. 20. Das eigentliche Schrämen in engerem Sinne . . . 151
Lage des Schrames; Masverhältnisse; Art der Führung; Verfahren dabei; Einbruch; Stoshalten; Nachtreiben und Nachrücken.
§. 21. Hülfsmittel beim Schrämen in liegender und halbliegengender Stellung 160
Fahrbreter, Pritschen.
§. 22. Das Schrämen auf Gängen 164
Verfahren; andere Bedeutung des Wortes, Schrämen = Glätten.
§. 23. Das Schlitzen 166
Richtung des Schlitzes; verschiedene Anwendung; Beschränktheit derselben.
§. 24. Die Gewinnung mit der Keilhaue 169
Gewinnung nach vorhergegangenem Schrämen; selbstständige Verfahren dabei.
§. 25. Die Arbeit mit dem Schrämhammer 175
Character; Verschiedenheit der Weisen.
§. 26. Die Arbeit der Breithaue 177
Bereich; Führung.
§. 27. Die Arbeit mit dem Schrämspiese 180
§. 28. Beispiele von der Keilhauenarbeit 180
1) Bei dem oberschlesischen Steinkohlenbergbaue; 2) bei dem Dresdner Steinkohlenbergbaue; 3) bei dem Zwickauer Steinkohlenbergbaue; 4) bei dem innerösterreichischen Steinkohlenbergbaue; 5) bei dem mansfeldischen Kupferschieferbergbaue; 6) bei dem französischen Steinsalzbergbaue zu Dieuze; 7) bei dem englischen Steinkohlenbergbaue zu Staffordshire; 8) bei dem ungarischen und siebenbürger Steinsalzbergbaue; 9) bei dem Steinsalzbergbaue zu Wieliczka und Bochnia; 10) bei dem erzgebirgischen Brauneisensteinbergbaue; 11) bei dem Steinsalzbergbaue zu Hall in Tyrol.
§. 29. Leistungen bei der Keilhauenarbeit 202

Abtheilung III. Die Schlägel- und Eisen-Arbeit. 208

§. 1. Character dieser Arbeit; Ursache der Benennung . . 208
§. 2. Bestimmung und Eignung 208
§. 3. Grad der Selbstständigkeit 209

Digitized by Google

Seite.

§. 4. Geschichtliche Entwickelung 210
§. 5. Uebersicht des dieser Art zugehörigen Gezähes . . . 213
§. 6. Der Schlägel 213
Character; verschiedene Gestalt und Einrichtung; Erfordernisse; Masverhältnisse.
NB. Hierher gehört noch die Notiz über gekröpfte Helme im Nachtrage S. 749.
§. 7. Das Eisen 219
Das ungehelmte Eisen; das gehelmte; Gestalt; Einrichtung, Masverhältnisse; Eisenriemen.
NB. Hierher gehört noch die Notiz über Ringe, statt der Riemen im Nachtrage S. 749.
§. 8. Der Schrämspies 228
Verschiedenheit der Gestalt, besonders der Spitze; Masverhältnisse.
§. 9. Der Schrämhammer, als Hülfsgezäh 230
§. 10. Die Arbeit mit Schlägel und Eisen 230
Character, Werth.
§. 11. Art der Führung des Gezähes 231
§. 12. Unterschied der Weise des Arbeitens 232
Nach der Lage der Hände des Arbeiters gegen einander; Arbeiten vor der Hand; über den Arm.
§. 13. Unterschied nach der Lage des Eisens gegen das Gestein 233
Unter dem Eisen — über dem Eisen.
§. 14. Unterschied nach dem Verfahren bei der Arbeit selbst . 234
Brunnen; Hereintreiben; Verfahren bei beiden.
§. 15. Die Arbeit mit dem Schrämspiese 239
Anwendung beim Hereintreiben; zum Schrämen. Verfahren bei beiden.
§. 16. Die Arbeit mit dem Schrämhammer 343
Verschiedene Weisen.
§. 17. Anwendung der Schlägel- und Eisen-Arbeit 243
§. 18. Der Betrieb ganzer Baue durch Schlägel- u. Eisen-Arbeit 243
Bereich desselben. 1) Betrieb von Oertern; 2) Abteufen; 3) Ueberhauen (mit oder ohne Ausschram); 4) Betrieb von Abbauen. Verfahren; Eintheilung; Fortgang.
§. 19. Anwendung der Schlägel- und Eisen-Arbeit zur Gewinnung eines Theiles der Masse 257
A. zur Ausführung eines abgegrenzten Theiles der ganzen Arbeit; B. zur Vorbereitung; C. als Nacharbeit für andere Gewinnungsarbeiten.
§. 20. Anwendung der Schlägel- und Eisen-Arbeit zum Zuführen.
Begriff vom Zuführen; Verfahren in verschiedenen Fällen 259
§. 21. Einfluss dieser Arbeit auf die Gesundheit der Häuer . 262
§. 22. Leistungen bei der Schlägel- und Eisen-Arbeit . . . 263

Digitized by Google

Seite.

Abtheilung IV. Die Hereintreibearbeit. 267

§. 1. Character der Arbeit 267
§. 2. Bereich der Anwendbarkeit 267
§. 3. Anwendung dieser Arbeit in Verbindung mit anderen . 268
§. 4. Alter dieser Arbeit 269
§. 5. Uebersicht des zugehörigen Gezähes 270
§. 6. Das Treibefäustel 271
Gestalt; Einrichtung, Mas- und Gewichts-Verhältnisse; Material.
§. 7. Der Keil 274
Arten desselben.
§. 8. Der eigentliche Keil 275
Character, Gestalt, Material, Gröse; verschiedene Einrichtungen.
§. 9. Der Fimmel 278
Character; Gestalt, Material, Gröse.
§. 10. Die Legeisen 282
§. 11. Die Brechstange 282
Verschiedene Gestalt und Einrichtung.
§. 12. Hülfsgezäh: Schlägel und Eisen 285
§. 13. Der Schrämspies 285
§. 14. Die Säge 286
Umstände, unter denen dieselbe anwendbar ist.
§. 15. Arten der Ausübung der Hereintreibearbeit 286
§. 16. Die Gewinnung durch eiserne Keile aus dem Frischen . 287
§. 17. Hereintreiben durch eiserne Keile 288
1) für sich, in Klüfte, Schräme, Bohrlöcher; verschiedene Verfahren;
2) Eintreiben der Keile zwischen Legeisen u. Federn;
3) Eintreiben der Keile zwischen Holz.
§. 18. Hereintreiben durch hölzerne Keile mit Wasser . . 289
NB. Hierher gehört noch die Bemerkung über die Spuren der Anwendung dieser Arbeit in Ungarn, im Nachtrage S. 749.
§. 19. Gewinnung durch Wasser — (Eisbildung) — allein . . 300
§. 20. Gewinnung durch die Brechstange allein . . . , 301
§. 21. Gewinnung mit der Säge 303
§. 22. Hereintreiben verschrämter Wasser durch deren eigenes Gewicht allein 303
§. 23. Hereintreiben durch mechanische Hülfsmittel . . . 304
1) Schrauben; 2) Rammen; 3) Maschinen.
§. 24. Beispiele der Gewinnung durch Hereintreiben . . . 306
1) Aelteres Verfahren beim Hereintreiben verschrämter Gänge;
2) Gewinnung in den Schieferbrüchen bei Lehesten;
3) dergl. bei Angers in Frankreich;
4) dergl. am Plattberge in der Schweiz;

Digitized by Google

Seite.

5) Gewinnung des Steinsalzes zu Wieliczka;
6) Gewinnung des Mühlsteinquarzes in der Gegend von Paris;
7) Gewinnung der Mühlsteinlava am Rhein;
8) Gewinnung des Granites bei Penryn in England;
9) Gewinnung groser Granitsäulen in Finnland;
10) Gewinnung groser Steinblöcke bei den Alten;
11) Kurze Bemerkung über die Zerspaltung eines grosen Granitblockes in Preussen;
12) Gewinnung des Sandsteines bei Wendelstein in Baiern;
13) Gewinnung des Marmors bei Lucca in Italien;
14) Gewinnung bei dem Schwefelbergbaue zu Hellin in Spanien;
15) Steinkohlengewinnung zu Staffordshire in England;
16) Gewinnung in den Steinbrüchen bei Mastricht.

§. 25. Leistungen bei der Hereintreibearbeit 320

Abtheilung V. Das Bohren und Schiesen. 326

§. 1. Character und Begriff dieser Arbeit 326
§. 2. Geschichtliche Verhältnisse 327
Alter der Arbeit.
§. 3. Gang der Ausbildung derselben 333
§. 4. Einfluss der Einführung dieser Arbeit auf den Betrieb des Bergbaues 336
§. 5. Gang der Betrachtung 337
§. 6. Eignung und Bereich des Bohrens und Schiesens . . 337

Gezäh, Geräth und sonstiger Bedarf.

§. 7. Uebersicht der Gezähe und Hülfsmittel 338
§. 8. Der Bohrer 339
Einrichtung im Allgemeinen.
§. 9. Der Bohrkopf 339
Hauptarten.
§. 10. Bohrer mit meiselförmigen Köpfen 340
Verschiedenartige Gestalt, Nutzbarkeit.
§. 11. Bohrer mit kolbigen Köpfen 344
Kolbenbohrer; Kronenbohrer (Kreuzbohrer); Anwendbarkeit derselben.
§. 12. Verbindungen, Uebergänge und Abarten 349
1) Verbindung des Meisel- und Kolben-Bohrers;
2) Kolbenbohrer als Uebergang in Meiselbohrer;
3) Trichterbohrer;
4) Meiselbohrer mit abgesetzten Schneiden;
5) alte Bohrer zum Durchschlagen im Baue.

Seite.

§. 13. Drehend bewegte Bohrer 352

Hohlbohrer, Schneckenbohrer und deren Anwendung.

NB. Hierher gehört noch die Bemerkung über die in Sangerhausen angewendeten Hohlbohrer im Nachtrage S. 750.

§. 14. Die Bohrstange 354

Gestalt und Einrichtung; zweiköpfige Bohrer.

§. 15. Das Material 357

NB. Hierher gehört noch die Notiz über die Anwendung von Gussstahl in dem Nachtrage S. 750.

§. 16. Masverhältnisse der Bohrer 360

ein- und mehrmännische Bohrer, Vorstecher, Anfangs-, Mittel- und Ab-Bohrer; Bohrersatz.

§. 17. Das Fäustel 370

ein- und zwei-männische Fäustel, Gestalt, Material, Gewicht.

§. 18. Der Krätzer 373

§. 19. Der Stampfer 374

Bestimmung; verschiedene Einrichtung, Material: Eisen, Kupfer, verschiedene Verbindungen beider, Bronçe, andere weiche Metallcompositionen; Holz; Holz und Eisen.

Entbehrlichkeit des Stampfers.

§. 20. Die Räumnadel 382

Ursprünglicher Zweck; jetziger; verschiedene Gestalt und Einrichtung; Material: Eisen, Kupfer, Kupferlegirungen, Zusammensetzungen von Eisen und Kupfer, Zinn und Blei; — Ueberzüge von weichen Metallcompositionen, von Cautchouc; Holz; Fischbeinnadeln. Hohle. Grösenverhältnisse und deren Einfluss. — Wegfall der Räumnadel.

§. 21. Die Scheere 391

§. 22. Der Lettenbohrer 392

NB. Hierher gehört noch die Bemerkung über die Lettenbohrer in Sangerhausen; im Nachtrage S. 751.

§. 23. Der Schlüssel 393

NB. Hierher gehört die Nachricht über dessen Anwendung eben dort; im Nachtrage S. 751.

§. 24. Der Bohrdeckel 393

§. 25. Der Bohrtrog 394

§. 26. Der Bohrlappen 394

§. 27. Das Pulver 395

Erfordernisse; Bestandtheile, Wirkungsweise eines jeden; Zusammenwirkung, theoretische, wirkliche; theoretisches Zusammensetzungsverhältniss. Wirkliche Zusammensetzung mehrerer Pulversorten. Einfluss der übrigen Umstände; Entzündung; Verbrennung; Verhältnisse einer jeden; Verschiedenheit des Einflusses; Ent-

Digitized by Google

Seite

zündungsweisen; Gröse der entwickelten Kraft; zweckmäsigste Stärke des Pulvers. Chlorkalipulver und andere Zusammensetzungen. Aeussere Erkennungszeichen eines guten Pulvers. Probevorrichtungen. 1) Der Probemörser; 2) die Stangenprobe (mit Mörser; 3) die Pistolenprobe; 4) Die Pendelprobe mit Gewichtshebel; 5) die eigentliche Pendelprobe, ohne Gewicht; 6) die hydrostatische Probe; 7) die Federwagenprobe. Werth dieser Proben; Verfahren beim Probiren. Verfahren, um das Pulver trocken zu machen und zu erhalten. Verfahren der Vertheilung des Pulvers.

NB. Hierher gehört noch die Bemerkung im Nachtrage a) über die Zusammsetzung des Harzer Sprengpulvers, S. 752.; b) über die neueren Versuche in Freiberg über Anwendung stärkeren Pulvers zum Sprengen, S. 752.; c) über die Aufbewahrungsweise des Pulvers, S. 753.

§. 28. Die Patrone 431

Bestimmung; Material: Papier, Leinwand, Leder, Zinnblech, Holz, Eisenblech. Abneigung der Häuer gegen die Patronen und deren Grund.

Die Wechselpatrone.

§. 29. Der Schiespfropf 437

a) gewöhnliche: von Holz, Eisen, Papier, Seilknoten, Kälberhaaren, Moos, Sand, weichem Letten, Heu.

b) Pfröpfe, die einen leeren Raum lassen oder enthalten; kegelförmige; mit Spur; mit Hohlung. — Pfröpfe mit Ventil.

§. 30. Der Besatz 446

Material: 1) Lehm, dessen Zubereitung, hart, weich; 2) Ziegelmehl; 3) andere Gesteine und Mineralien in rohem Zustande; 4) gebrannter Gips; 5) Besetzung mit Pflock, von Holz, Eisen, halb Holz und halb Eisen; 6) Besetzung mit Keil von Eisen, Holz, Zinn, Vereinigung von Pflock und Keil; 7) Besetzung mit Sand u. dgl.; 8) mit Wasser.

§. 31. Der Zünder und das Schiesröhrchen 455

1) Hohle Zünder: A. mit Pulver gefüllt, B. mit Pulver ausgestrichen; — 2) Zündruthen; — 3) Zündschnuren; Sicherheitszünder.

Schiesröhrchen und deren Zweck; Anwendung, ältere, neuere, verschiedene Einrichtung, Ersatzmittel.

NB. Hierher gehört noch die Bemerkung über die weiteren Erfahrungen bei der von Würth'schen Besetzungsweise mit Schiesröhrchen, im Nachtrage S. 755., so wie die über Sicherheitszünder, ebendaselbst S. 756.

Digitized by Google

Seite.

§. 32. Das Schwefelmännchen 470

Das eigentliche Schwefelmännchen; Papierstreifen; Dochte, Feuerschwamm, faules Holz, glühende Eisenstückchen.

NB. Hierher gehört noch die Bemerkung über die Aufbewahrung von Zündern und Schwefelmännchen in der Grube, im Nachtrage S. 756.

§. 33. Die Bohrlehre 472

Die alte zum gewöhnlichen Bohren; neuere zum Bohren unter Wasser.

34. Das Schiesblech 474

§. 35. Die Schiesspreitze 474

36. Hülfsgezäh zum Bohren und Schiesen 474

Das Verfahren beim Bohren und Schiesen. 475

37. Aufzählung der einzelnen Verrichtungen 475

38. Das Zubrüsten 475

39. Das Abbohren 476

Verfahren der Alten; jetzt gewöhnliches Verfahren; Stellung der Arbeiten; Regeln beim Bohren; Bohren mit Vorstich; Bohren unter Wasser. Das Sehrohr. Stauvorrichtungen.

§. 40. Bohren mit Maschinen 487

§. 41. Unterstützung durch chemische Mittel 489

§. 42. Bohrlöcher mit erweitertem Pulversacke 490

43. Arten der verschiedenen Weisen zu laden und zu besetzen 491

NB. Dieser §. ist aus Versehen im Texte weggeblieben. S. denselben im Nachtrage S. 757.

§. 44. (statt 43. im Text, s. Druckfehlerverzeichniss.) Die gewöhnliche Lettenbesetzung 491

Vorsichtsregeln. Laden mit Wechselpatrone; verschiedene Besetzungsweise; mit und ohne Pfropf; mit Schiesröhrchen; alte und neue Weise; mit Sicherheitszünder.

45. Das Laden mit gemengtem Pulver 502

Gehackte Baumwolle; Wurzelmehl; Sägespäne; Metall-, Horn- und andere Späne; Spreu verschiedener Art. Erfolg. Colophonium und andere pulverförmige Stoffe; Kalk.

Einsetzen von Pappe und Holzstückchen in die Ladung.

46. Die Besetzung mit Pflock 512

47. Die Keilbesetzung 514

Anwendung unter Wasser; im Trocknen, Keil unter dem Pulver.

48. Die Sandbesetzung 517

Verfahren. Erfolg und dessen Erklärung. Verbindung mit anderen Besetzungsweisen. Sand in Patronen. — Besetzung mit anderen Stoffen, jedoch nach diesem Principe.

Digitized by Google

Seite

§. 49. Die Luftbesetzung 527

Verschiedene Weise:

Herstellung des leeren Raumes über dem Pulver; Verbindung der Pflock- und Luft-Besetzung. — Leerer Raum unter dem Pulver. Erfolg und dessen Erklärung.

§. 50. Das Wegthun, unter gewöhnlichen Umständen 540

Nöthige Vorsicht; Sicherheitsvorkehrungen.

§. 51. Das Besetzen und Wegthun unter Wasser 545

Verfahren bei geringerem Wasserzudrange.

Verfahren unter Wasserbedeckung; verschiedene Weise.

§. 52. Entzündung durch Einwerfen von glühenden Eisenstückchen 553

§. 53. Entzündung durch Auftropfen von Wasser oder Schwefelsäure unter Anwendung von Kalischiespulver . . 553

§. 54. Entzündung durch Percussion 555

Knallpulver und dessen Zusammensetzung; verschiedene Vorrichtungen, um den Stos zu erzeugen. — Gemenge anderer Art.

NB. Hierher gehört noch der Nachweis über mehrere Schlagvorrichtungen im Nachtrag S. 757.

§. 55. Entzündungen durch Electricität und Galvanismus . . 560

Frühere Anwendung des electrischen Funkens; Anwendung des galvanischen Stromes; Geschichtliches; Grundsätze der Entzündungsweise. Arten der angewendeten Batterien überhaupt; Abänderungen derselben für das Schiesen, insbesondere Fortleitung und Uebertragung des galvanischen Stromes. Allgemeine Grösen- und sonstige Verhältnisse. Verfahren beim Schiesen; Anwendbarkeit und Vortheile dieser Entzündungsweise. Neueste Anwendung des electrischen Funkens; Vorrichtung dazu und Verfahren.

NB. Hierher gehören noch die Bemerkungen über den günstigen Einfluss dünner Zünddräthe, groben Zündpulvers und leicht entzündlicher Compositionen als Anfeuerungen, im Nachtrage S. 758.

§. 56. Das Beräumen 584

§. 57. Die Gefahren beim Bohren und Schiesen und die Masregeln um ihnen vorzubeugen, sie zu beseitigen . . . 585

1) Beim Besetzen;

2) Nach dem Anzünden.

NB. Hierher gehört noch die Beobachtung über die Entzündbarkeit von aus chemisch reinen Materialien gefertigtem Pulver durch den Stos, im Nachtrage S. 758.

§. 85. Umstände und Verhältnisse, von denen die Wirkung des Schiesens abhängt 593

Regeln für das Ansetzen der Bohrlöcher. Allgemeine Verhältnisse

Digitized by Google

Seite.

a) auf der Weise der Besetzung und Entzündung beruhend;

b) ausserhalb, im Gestein, der Räumlichkeit u. s. f. beruhend. Einflüsse auf das Vorgeben. Absolute Gröse des Vorgebens.

§. 59. Grade des Erfolges eines Schusses 602

§. 60. Absolute Gröse der Ladung, Weite u. Tiefe der Bohrlöcher 608

Umstände, von denen beide abhängen. Beispiele.

§. 61. Wiederholtes Laden eines und desselben Loches . . 618

NB. Hierher gehört die Bemerkung über den Erfolg dieser Art Ladens in Mansfeld, im Nachtrage S. 758.

§. 62. Vereinigung der Wirkung mehrerer Schüsse durch gemeinschaftliches Wegthun 620

Zweck, Erfolg.

§. 63. Arten der Anwendung des Bohrens und Schiesens . . 624

§. 64. Selbstständige Anwendung. — Schiesen aus dem Ganzen . 625

Zum Betriebe von Oertern, Abteufen, Försten- und Strossen-Bauen.

§. 65. Verschrämen durch Schiesen und Nachgewinnen durch dasselbe 631

§. 66. Schiesen, mit einer anderen Gewinnungsarbeit im Verein 633

§. 67. Schiesen als Vor- oder Nach-Arbeit für Keilhauen-, Schlägel- und Eisen-, und Hereintreibe-Arbeit 634

Beispiele darüber von

1) dem mansfeldischen Kupferschieferbergbaue;
2) dem richelsdorfer Kupferschieferbergbaue;
3) den sächsischen Steinkohlenwerken bei Dresden;
4) dem Steinkohlenbergbaue in Saarbrücken;
5) dem oberschlesischen Steinkohlenbergbaue;
6) dem französischen Steinkohlenbergbaue bei Alais;
7) dem französischen Steinsalzbergbaue zu Dieuze;
8) dem Steinsalzbergbaue zu Wieliczka;

§. 68. Das Schiesen als Hülfsmittel für das Feuersetzen . . 640

§. 69. Das Sprengen freiliegender Blöcke 640

§. 70. Das Sprengen von Eis 641

Durch Bomben; durch Kanonenschläge.

§. 71. Das Sprengen von Holz 648

Gewöhnliche Weise; Verschluss mit der Schraube.

§. 72. Das Sprengen mit sehr grosen Ladungen 649

Verschiedene Verfahren, auf dem Lande und unter dem Wasser.

§. 73. Beispiele von Leistungen beim Bohren und Schiesen . . 655

§. 74. Beispiele von dem Aufwande verschiedener Art . . 665

NB. Zu dieser Abtheilung gehört noch die Bemerkung über die beim Schiesen in verdichteter Luft gemachten Beobachtungen, im Nachtrage S. 759.

Digitized by Google

Abtheilung VI. Das Feuersetzen.

Seite.

§. 1. Begriff dieser Arbeit 675

§. 2. Geschichtliches 678

§. 3. Umstände, unter denen das Feuersetzen anwendbar ist . 682
Erfordernisse, Unannehmlichkeit des Feuersetzens.

§. 4. Bedarf und Gezäh des Feuersetzens 688

§. 5. Das Brennmaterial 688
Holz, Turf und Kohlen.

§. 6. Gezäh 690
Setzgezäh; Prägelkatze; Gabel; Kratze; Stosstange; Hülfsgezäh.

§. 7. Allgemeine Regeln für das Feuersetzen 692

§. 8. Verfahren dabei 693
A Seitenbrand; mit Prägelkatze; ohne;
B. Förstenbrand;
C. Sohlenbrand;

§. 9. Anwendung des Feuersetzens zum Betrieb von Bauen . 695

§. 10. Ortsbetrieb 698
A. mit der Prägelkatze;
B. ohne - -

§. 11. Der Betrieb von Abbauen 702
A. Brennörter;
B. Försten- oder Strossen-Baue;
C. Feuersetzen als Vor- oder Nach-Arbeit.

§. 12. Der Betrieb von Abteufen und Ueberhauen 706

§. 13. Allgemeine Bemerkungen über das Feuersetzen . . . 708
Einfluss auf die Temperatur. Verhütung von Störungen des Betriebes.

§. 14. Die Gröse der Feuer und deren Einfluss 710

§. 15. Anwendung des Feuersetzens zum Sprengen freiliegender Blöcke 711

§. 16. Leistung des Feuersetzens 713

A n h a n g I.

Ueber Unterhaltung des Gezähes. — Schmiede-Einrichtung.

Verschiedenes Verfahren bei der Unterhaltung des Gezähes. — Allgemeine Regeln; Leistungen beim Ausschmieden der Gezähe. 718

A n h a n g II.

Von den bergmännischen Beleuchtungsweisen.

Beleuchtungsmaterial; Anwendungsweise desselben; Beispiele von dem Bedarfe bei der Beleuchtung 728

Digitized by Google

Nachträge.

Seite.

Zu Abth. I. Wegfüllarbeit. §. 12. — Französischer Spaten . 747
- - - —— §. 15. — Anwendung des Pfluges bei der Goldseifen-Abdeckarbeit in Russland . . . 747
Zu Abth. II. Keilhauenarbeit. §. 10. — Anwendung der Doppelkeilhaue in Sangerhausen und Oesterreich 748
- - - —— §. 11. — Einrichtung des Czakans bei dem ungarischen u. siebenbürgischen Steinsalzbergbaue 748
Zu Abth. III. Schlägel- und Eisen-Arbeit. §. 6. — Anwendung von Fäusteln und Eisen mit gekröpften Helmen 749
- - - —— §. 7. — Ring statt Eisenriemen in Sangerhausen 749
Zu Abth. IV. Hereintreibearbeit. §. 8 u. 18. — Die muthmasliche Anwendung hölzerner Keile bei dem alten ungarischen Bergbaue 749
Zu Abth. V. Bohren und Schiesen. §. 13. — Anwendung des Hohlbohrers in Sangerhausen 750
- - - —— §. 15. — Erfahrungen über Anwendung von Gussstahl zu Gezähen 750
- - - —— §. 22. — Verschiedene Gestalt des Lettenbohbohrers bei dem thüringischen Kupferbergbaue und §. 23. — Anwendung des Schlüssels ebendas.
- - - —— §. 27. — Zusammensetz. des Harzer Sprengpulvers 752
- - - —— §. 27. — Versuche mit stärkerem Sprengpulver in Freiberg 752
- - - —— §. 27. — Ueber die Aufbewahrung des Pulvers beim Bergbaue 753
- - - —— §. 31. — Weitere Erfahrungen über die v. Würthsche Besetzungsweise mit Schiesröhrchen . 755
- - - —— §. 31. — Weitere Veränderungen des Sicherheitszünders 756
- - - —— §. 31 u. 32. — Aufbewahrung der Zünder und Schwefelmännchen 756
- - - —— §. 43. — als Ergänzung (im Texte fehlend). Uebersicht der Hauptarten des Ladens u. Besetzens 757
- - - —— zu §. 54. — Nachweis über einige Vorrichtungen zum Zünden durch Percussion . . . 757
- - - —— zu §. 55. — Erfahrungen über die Entzündung des Pulvers durch die galvanische Batterie . 758
- - - —— zu §. 57. — Erfahrungen über die Entzündbarkeit des aus chemisch reinen Materialien gefertigten Pulvers durch Stos 758
- - - —— zu §. 61. — Leistung des mehrmaligen Ladens eines und desselben Bohrloches im Mansfeldischen 758
Zu Abth. V. überhaupt: Erfahrungen mit Schiesen in verdichteter Luft 759

Inhalt der Zeichnungstafeln.

Taf. I Zu Abth. I. Wegfüllarbeit gehörig.

Fig. 1.	A. B. Schaufel,	zu §. 5.	S. 54
- 2.	A. B. Schlammschaufel	zu §. 6.	- 57
- 3.	Schlammräumer	- - -	- 59
- 4.	A. B. Schlammnetz	zu §. 7.	- 60
5.	desgl.		
- 6.	A. B. Seifengabel	zu §. 8.	- 64
- 7. - 8.	A. B. Krückenkratze	zu §. 9.	- 66
- 9.	Spitzkratze	- - -	- 69
- 10.	A. B. dergl.		
- 11.	A. B. Kräll	zu §. 10.	- 72
- 12.	Gabelartiger Kräll	- - -	- 72

Taf. II. Fig. 1 bis mit 9 zu Abth. I. Wegfüllarbeit. Fig. 10 bis mit Fig. 15 zu Abth. II. Keilhauenarbeit gehörig.

Fig. 1.	A. B. Spaten	zu Abth. I. §. 12.	- 73
- 2.	A. B. dergl.	- - -	- 76
- 3.	Bunkerspaten	- - -	- 77
- 4.	Auflegerspaten	- - -	- 78
- 5.	Stecherspaten	- - -	- 78
- 6.	A. B. Schlesische Schippe	- - -	- 79
- 7.	A. B. Winkelhakenstechmesser	- - - §. 13.	- 80
- 8.	A. B. C. D. Flügelspaten m. Rahmen	- - -	- 82
- 9.	A. B. Vierschneidiger Flügelspaten	- - -	- 83
- 10.	A. B. Sächsische Keilhaue	zu Abth. II. §. 8.	- 118
- 11.	A. B. dergl.		
- 12.	A. B. C. Mansfeldische Keilhaue	- - -	- 118
- 13.	A. B. Märkische Keilhaue	- - -	- 118
- 14.	A. B. dergl.		
- 15.	Belgische Keilhaue	- - -	- 118

Digitized by Google

Taf. III. Zu Abth. II. Keilhauenarbeit, gehörig.

Fig. 1. A. B. Schlesische Keilhaue . . .	zu §. 8.	S. 118
- 2. A. B. Steierische Keilhaue . . .	- -	- 118
- 3. A. B. dergl.		
- 4. Keilhaue mit gekröpftem Helme . .	- -	- 134
- 5. Besondere Befestigung d. Keilhaue am Helme	- -	- 134
- 6. dergl.	- -	- 135
- 7. Französische Keilhaue zum Anschrauben	- -	- 136
- 8. Belgische Rivelaine	- -	- 137
- 9. Englische Doppelkeilhaue . . .	zu §. 10.	- 137
- 10. Sächsisches Schroteisen.		
- 11. A. B. Französsiche Doppelkeilhaue .	- -	- 137
- 12. A. B. Englische Doppelkeilhaue . .	- -	- 137
- 13. A. B. Innösterreichische Krampe . .	- -	- 137
- 14. A. B. Sächsischer Schrämhammer . .	zu §. 11.	- 139
- 15. A. B. Haueisen, vom Steinsalzbergbau .	- -	- 139
- 16. A. B. Englische Gesteinskeilhaue . .	- -	- 139
- 17. A. B. Berghammer	- -	- 139
- 18. A. B. Sächsische Breithaue . . .	- -	- 143

Taf. IV. Zu Abth. II. Keilhauenarbeit gehörig.

(Von Fig. 8. an in ¼ des Masstabes.)

Fig. 1. A. B. Belgische Breithaue . . .	zu §. 12.	- 143
- 2. A. B. Breithaue zum Schrämen . .	- -	- 143
- 3. Breithaue mit gezahnter Schneide . .	- -	- 143
- 4. } - 5. } Breite Braunkohlenhaue	- -	- 144
- 6. } - 7. } A. B. C. Fahrbretter zum Gebrauche bei Krummhälserarbeit . . .	zu §. 21.	- 160
- 8. A. B. Einbruch u. Tagewerke beim Schrämen	zu §. 20.	- 157
- 9. Schrämen . . .	zu §. 20 und 21.	S. 157 u. 169
- 10. Keilig zulaufender Schram . . .	zu §. 20.	- 159
- 11. Schrämen und Nachrücken	- -	- 160
- 12. Pritsche zum Arbeiten auf stärker aufgerichteteten Flötzen	zu §. 21.	- 163
- 13. A. B. } - 14. — } Schlitzen	zu §. 23.	- 166
- 15. } - 17. } Gewinnung durch die Keilhaue, Lage des Einbruches	zu §. 24.	- 171
- 17. } - 18. } - 19. } - 20. } - 21. } Regelmäsige Ordnung der Hiebe mit der Keilhaue beim Schrämen; zu §. 28. Nro. 5. S. 191. gehörig.		

Digitized by Google

Taf. V. Zu Abth. III. Schlägel- und Eisen-Arbeit gehörig.

Fig. 1. A. B. C. Gewöhnliches Fäustel . . zu §. 6. S. 213
- 2. A. B. Stark gekrümmtes rundes dergl.
- 3. A. B. Altes, langgezogenes dergl.
- 4. Kurzes kolbiges dergl.
- 5. A. B. } Ungehelmtes Bergeisen . . zu §. 7. - 219
- 6. — }
- 7. A. B. C. Gehelmtes Bergeisen . - - - - 221
- 8. A. B. C. Eisenriemen mit angesteckten Eisen - - - - 227
- 9. A. B. Andere Art von Eisenriemen.
- 10. A. B. Schrämspies . . . . . . zu §. 8. - 225
- 11. A. B. dergl. mit lanzenförmiger Spitze.
- 12. A. B. Dergl. mit starker pyramidaler Spitze.
- 13. A. B. Schrämmeisel . . . . . zu §. 8. - 229
- 14. } Arbeit mit dem Eisen. Stellung desselben
- 15. } gegen das Gestein . . . . zu §. 13. - 233
- 16. } Desgl.
- 17. }
- 18. Hereintreiben mit Schlägel und Eisen . zu §. 14. - 234
- 19. A. B. Brunnen . . . . - - - - 236
- 20. Schrämen mit dem Schrämspies . . zu §. 15. - 239
- 21. Stöse und Tagewerke beim Ortsbetriebe mit Schlägel und Eisen . . . . . zu §. 18. - 244
- 22. Zurücklassen von Sohle und Förste beim Ortsbetriebe.
- 23. Zurücklassen von Sohle allein.
- 24. A. B. Abteufen; Eintheilung in Sohlen und Tagewerke . . . . . . zu §. 18. - 251
- 25. A. B. Zurücklassen von Strossen.
- 26. Stufenförmiges Abteufen.
- 27. Betrieb von Abbauen mit Schlägel und Eisen; Eintheilung der Strossen . . . zu §. 18. - 255
- 28. Eintheilung der Förston.

Taf. VI. Fig. 1. 2. 3. zu Abth. III. Schlägel- und Eisen-Arbeit, von da an zu Abth. IV. der Hereintreibearbeit gehörig.

Fig. 1. Gewinnung schmaler Gänge mit dem Schrämspiese . . . . . zu Abth. III. §. 18. - 256
- 2. Zuführen als Vorarbeit . . . . zu §. 20. - 261
- 3. - als Nacharbeit . . . . . - - - - 261
- 4. A. B. Treibefäustel . . . zu Abth. IV. §. 6. - 271
- 5. A. B. Kolbiges dergl.
- 6. A. B. C. Keil . . . . zu §. 9. - 275

Digitized by Google

Fig. 7. Keil alter Art.
- 8. Eiserner Keil mit hölzernem Hefte . zu §. 8. S. 276
- 9. A. B. Fimmel . . . . zu §. 9. - 278
- 10. A. B. Wolf.
- 11. }
- 12. } A. B. Fimmel anderer Gestalt.
- 13. }
- 14. Vortheilhafte Wirkung des Fimmels mit schwächerem Obertheil . . . zu §. 8. - 281
- 15. A. B. Gewöhnliche Brechstange . . zu §. 11. - 282
- 16. A. B. Ziegenfus.
- 17. Dergl.
- 19. Brechstange mit starkem Schuh.
- 19. A. B. Brechbaum . . . . - - - - - 284
- 20. Hereintreiben mit dem Wolfe . . zu §. 16. - 287
- 21. - verschrämter Lagerstätten bei wenig Mächtigkeit . . . . zu §. 17. - 290
- 22. }
- 23. } Bei gröserer Mächtigkeit, S. 291. u. f. f.
- 24. }
- 25. Auftreiben breiter Strossen . . . - - - - 294
- 26. A. B. Hereintreiben in breiten Bändern - - - - 294
- 27. Einsetzen der Keile zwischen Legeisen - - - - 295
- 28. Einsetzen derselben in mit Holz ausgefütterte Löcher . . . . - - - - 295
- 29. Hereintreiben durch Brechbäume . . zu §. 21. - 301
- 30. A. B. Hereintreiben durch Schrauben . zu §. 23. - 304

Taf. VII. Zu Abth. V. Bohren und Schiesen gehörig.

Fig. 1. A. B. C. Meiselbohrer . . . . . zu §. 10. - 340
- 2. Dergl. mit gerader Schneide.
- 3. }
- 4. } Schwalbenschwanzbohrer.
- 5. }
- 6. } Meiselbohrer mit gerundeter Schneide.
- 7. A. B. Dergl. mit speerförmigem Kopfe.
- 8. Klauenbohrer . . . . - 341
- 9. Meiselbohrkopf mit stark ausgezogenen Ecken.
- 10. A. B. Kolbenbohrer. . . . . . zu §. 11. - 344
- 11. A. B. Dreischneidiger Kolbenbohrer . - - - - 345
- 12. A. B. Sogenannter Kreuzbohrer . . - - - - 345
- 13. Kronenbohrer . . . . - - - - - 346
- 14. A. B. Kronenbohrer anderer Art.
- 15. A. B. Eigentlicher Kreuzbohrer.
- 16. Kronenbohrer.
- 17. A. B. C. Schwedischer Meiselbohrer . zu §. 12. - 349
- 18. A. B. Kolbenförmiger Meiselbohrer . . - - - - 350

Digitized by Google

Fig. 19. A. B. Trichterbohrer . . . . . zu §. 12. S. 350
- 20. Abgesetzter Meiselbohrer . . . - - - - 351
- 21. Meiselbohrer mit Spitze . . . - - - - 351
- 22. Alter Durchschlagsbohrer . . . - - - - 352
- 23. Leierbohrer . . . . zu §. 13. - 353
A. Seitenansicht. B. Durchschnitt des Blattes.
- 24. Schneckenbohrer . . . . . . - - - - 354
- 25. Zweiköpfiger Bohrer . . . . . zu §. 14. - 356
- 26. A. B. C. Krätzer . . . . . . zu §. 18. - 373
- 27. A. B. Stampfer . . . . . . zu §. 19. - 374
- 28. Dergl. mit kupfernem Schuh . . . - - - - 376
- 29. Paris's Sicherheitsstampfer . . . - - - - 378
- 30. A. B. C. Hölzerner Stampfer von Kurtz - - - - 380
- 31. A. B. C. Fournet'scher Stampfer . . - - - - 381
- 32. Räumnadel . . . . zu §. 20. - 382
- 33. Dergl. von Holz.
- 34. Hölzerne Räumnadel von Kurtz . . - - - - 383
- 35. Fournet'sche Räumnadel . . . - - - - 383
- 36. A. B. Wenzel'sche Räumnadel, z. Luftbesetz. - - - - 383

Tafel VIII. Zu Abth. V. Bohren und Schiesen gehörig.

Fig. 1. Scheere . . . . zu §. 21. - 391
- 2. A. B. Dergl.
- 3. Lettenbohrer . . . . . . zu §. 22. - 392
- 4. Schlüssel . . . . zu §. 23. - 393
- 5. Bohrtrog . . . . zu §. 25. - 394
- 6. A. B. C. Wechselpatrone . . . zu §. 28. - 436
- 7. A. B. Schiespfropf . . . . . zu §. 29. - 437
- 8. — } Schiespfropf mit Hohlspur . - - - - 444
- 9. A. B. }
- 10. A. B. Dergl. - Höhlung . - - - - 444
- 11. A. B. Schwedischer Windpfropf . . - - - - 445
- 12. Schiesziegel . . . . zu §. 30. - 446
- 13. A. B. Keilbesetzung . . . . - - - - 451
- 14. A. B. Bormann'sche Keilbesetzung . - - - - 452
- 15. Ey'sche Pflock- und Keil-Besetzung . - - - - 454
- 16. Bohrlehre zum Bohren unter Wasser . zu §. 33. - 473
- 17. Aufnahme des Profiles zum Sprengen unter
Wasser . . . . zu §. 39. - 485
- 18. Sehrohr zum Bohren unter Wasser . - - - - 485
- 19. v. Humboldt's Vorschlag zum Bohren von
Löchern mit erweitertem Pulversacke zu §. 42. - 490
- 20. Dyce's Besetzung mit Raum und Keil unter
dem Pulver . . . . zu §. 47. - 516
- 21. Gestemmbohrer . . . . . . zu §. 49. - 529
- 22. Luftbesetzung über dem Pulver . . - - - - 531
- 23. Dergl. über und unter dem Pulver . - - - - 531

Fig. 24. Patrone zum Schiesen mit Percussion . zu §. 54. S. 557
- 25. Peschels Percussionsschloss . . . - - - - 558
- 26. A. B. C. Roberts Batterie zum Schiesen mit Galvanismus . . . . . . zu §. 55. - 566
- 27. A. B. Roberts veränderter Apparat . - - - - 569
- 28. Leitung der Dräthe zu gleichzeitiger Zündung mehrerer Ladungen . . - - - - 580
- 29. Leitung der Dräthe zum Zünden durch den electrischen Funken . . . - - - - 583
- 30. Befestigung derselben.
- 31. Vorrichtung zum Ueberspringenlassen des Funkens.
- 32. Verbindung mehrerer Schüsse mit einander.
- 33. Instrument zum Herausziehen ausgebrannter Zünderhülsen . . . . . . zu §. 57. - 591

Taf. IX. Zu Abth. V. Bohren und Schiesen gehörig.

Fig. 1. }
- 2. } Vorgeben . . . . zu §. 58. - 596
- 3. bis mit 9., Ansetzen des Bohrloches . - - - - 597
- 10. Wirkungen der Schüsse . . . . zu §. 59. - 604
- 11. Vereinigung mehrerer Schüsse . . zu §. 62. - 622
- 12. Einbruchschiesen . . . . . . zu §. 64. - 627
- 13. Nachschiesen von Förste und Sohle . - - - - 628
- 14. Ortsbetrieb bei geschichtetem Gestein . - - - - 628
- 15. Eintheilung der Strossen beim Betriebe - - - - 631
- 16. - der Förste - -
- 17. Nachschiesen verschrämter Stöse . . zu §. 67. - 636
- 18. Sprengen von Eis mit Kanonenschlägen zu §. 70. - 646
- 19. Schraube zum Besetzen in Holz . . zu §. 71. - 648
- 20. A. B. Sprengung der Round down Klippe in England . . . . zu §. 72. - 650
- 21. Pasley's Behälter für das Pulver, zum Sprengen unter Wasser . . . . . - - - - 651

Taf. X. Zu Abth. VI. Feuersetzen gehörig.

Fig. 1. A. B. C. Prägelkatze . . . . . zu §. 6. - 690
- 2. Gabel . . . . - - - - 691
- 3. Krücke . . . . - - - - 691
- 4. A. B. Kratze . . . . - - - - 691
- 5. A. B. Stosstange . . . . - - - - 691
- 6. Aufstellung der Prägelkatze . . . . zu §. 8. - 694
- 7. - des Holzes zum Seitenbrand - - - - 694
- 8. A. B. Bart . . . . - - - - 695
- 9. A. B. Anstösel . . . . , - - - - 695
- 10. A. B. C. Aufstellung d. Holzes zu Seitenbrand - - - - 695
- 11. Dergl. . . . . - - - - 696

Digitized by Google

Fig. 12. Schränkung zu Förstenbrand . . zu §. 8. S. 696
- 13. - gegen hereinstürzende Wände - - - - 696
- 14. Ansteigen der Sohle gebrannter Oerter zu §. 10. - 701
- 15. Förstweiser Abbau von Gängen . . zu §. 11. - 704
- 15. Dergl. auf flach fallenden Gängen - - - - 705
- 17. Abteufen durch Feuersetzen . . . zu §. 12. - 706
- 18. Uebersichbrechen . . . . . . - - - - 707

Taf. XI. Fig. 1 bis mit 13 zu Anhang II. den bergmännischen Beleuchtungsweisen; von da an zum Nachtrage gehörig.

Fig. 1. A. B. Französischer Leuchter. Anhang II. . . - 732
- 2. A. B. Sächsische Blende . . . . - 733
- 3. A. B. Lichtschirm aus den Steinsalzgruben in der Marmaros in Ungarn . . . . . . - 734
- 4. Leuchter von Dobschau in Ungarn . . . . - 735
- 5. Salzburgischer Leuchter . . . . - 735
- 6. A. B. Alte römische Lampe . . . . . . - 737
- 7. A. B. Offenes Grubenlicht für Talg . . . . - 737
- 8. } Dergl. anders eingerichtet . . . . . . - 737
- 9. }
- 10. A. B. Geschlossene Lampe für Oel . . . . - 738
- 11. Dergl. von anderer Einrichtung . . . . . - 740
- 12. A. B. C. D. E. Kreisel . . . . - 740
- 13. Sächsische Lampe für die Blende . . . . . - 741
- 14. A. B. Französischer Spaten. Nachtrag S. 747. zu Abth. I. §. 12. gehörig.
- 15. A. B. Czakan. S. 748. zu Abth. II. §. 11.
- 16. Fäustel mit gekröpftem Helme. S. 749. zu Abth. III. §. 6.
- 17. Eisenring. S. 749. zu Abth. III. §. 7.
- 18. Hohlbohrer. S. 750. zu - V. §. 13.
- 19. Lettenbohrer. S. 751. zu - V. §. 22.
- 20. Büchse für Zünder und Schwefelmännchen. S. 756. zu Abth. V. §. 31. 32.
- 21. A. B. Büchse für Zünder, Schwefelmännchen und Patronen. S. 757. zu Abth. V. §. 31. 32.

Verzeichniss

von Druck- und andern Fehlern, welche den Sinn stören.

Seite 2. Z. 7 von oben statt haben lies hat.
- 3. in der Anmerkung Z. 4 v. unt. statt νοῦς, νοος l. νοῦς, νοος.
- 4. in der Anm. Z. 3 v. u. st. in der Angabe, l. unter Angabe.
- 13. Z. 7 u. 8 v. o., st. Thon, Chlorit, Schiefer, l. Thon-, Chlorit-Schiefer.
- 14. Z. 15 v. o. st. selbst gewählte, l. selbstgewählte.
  Z. 8, im Texte, v. u. ist das Komma hinter Steinbruchsarbeiten wegzulassen.
- 19. Z. 12 v. o. st. wir, l. wie.
- 25. Z. 2 v. o. hinter Kenntniss fehlt ein Komma.
- 35. im Texte, Z. 2 v. u. hinter Gezähes fehlt ein Komma.
- 40. Z. 18 v. o. st. verfahren, l. verharren.
- 42. Z. 28 v. o. hinter möglich und hinter darzustellende fehlt ein Komma.
- 43. in der Anm. Z. 9. v. u. hinter sie fehlt ein Komma.
- 44. Z. 11 v. u. st. schwächeren, l. schwächere.
- 55. Z. 11 v. o. st. $2\frac{3}{8}$ — $3\frac{1}{2}$ Zoll Länge — Zoll Stärke, l. 2—3 Zoll Länge, $\frac{3}{8}$ — $\frac{1}{2}$ Zoll Stärke.
  Z. 13 u. 14 v. o. st. Blatste, l. Blattes.
- 67. Z. 6 v. u. st. dem, l. den.
- 68. Z. 1 v. o. st. oder, l. als.
  in der Anm. Z. 3 v. u. st. labores, l. laboreo.
- 72. Z. 11 v. u. st. eingebogenen, l. umgebogenen.
- 74. Z. 18 v. u. hinter derselbe fällt das Komma weg.
- 79. Z. 20 v. o. st. C., l. 6.
- 80. Z. 4 v. o. l. (Vergl. §. 12. Nr. 1. S. 75.)
  Z. 13. v. o. hinter Gartenspaten fehlt ein Komma.
  Z. 9 v. u. st. auch —, l. — auch.
  Z. 8 v. u. st. — genannt, l. genannt —.
- 81. Z. 2 v. u. st. stehen, l. stechen.
  Z. 1 v. u. st. beschiebene, l. beschriebene.

Digitized by Google

Seite 83. Z. 12 v. o. st. Parallelopiped, l. Parallelepiped.
- 88. Z. 4 v. u. st. Bruckmann, l. Brückmann.
- 91. Z. 8 v. u. st. Hauptsatzes, l. Hauptholzes.
- 92. Z. 16 v. o. st. vavale, l. ravale.
- 98., im Texte, Z. 4 v. u. vor dass fehlt so.
- 99. Z. 14 v. o. st. die es, l. diese.
- 103. Z. 17 v. u. st. 2 gr., l. 2 g.Gr. — st. 33 Ngr., l. 33 Npf.
- 104. Z. 3 v. o. hinter Höhe fehlt ein Komma.
- 106. Z. 1 v. u. hinter Keilhauen fehlt -
- 107. Z. 16 v. o. hinter Ausschram st. ; l. :
Z. 17 v. o. gehört das Zeichen) nicht hinter Nebengestein, sondern hinter Gängen.
- 108., im Texte, Z. 8 v. u. st. den solchen, l. der solchen.
Z. 7 v. u. hinter verwandten fällt das Komma weg.
- 112., in der Anm., Z. 6 v. u. st. der ubro, l. de rubro.
- 115. Z. 8 v. o. st. Herodes, l. Herodot.
- 116. Z. 19 v. o. st. dieselbe, l. derselbe.
- 125. Z. 16 v. o. st. Fig. 12., l. Fig. 11.
- 130. Z. 1 v. u. st. zeigten, l. zeigt.
- 137. Z. 14 v. o. st. wird, l. rund.
Z. 16 v. o. hinter angesteckt l. wird.
Z. 9. v. u. st. §. 10., l. §. 9., da aber die Bezeichnung §. 9. durch Versehen ganz ausgefallen ist, so sind von hier an alle Zahlen der §§. um 1 zu vermindern.
Z. 7 v. u. st. pille, l. pike.
- 139. Z. 5 v. o. hinter da fällt das Komma weg.
- 140. Z. 16 v. u. st. Hakan, l. Czakan.
- 142. Z. 17 v. o. st. Länge am Oehr; l. Länge; am Oehr.
Z. 4 v. u. st. schwerere, l. schwereren.
- 144. Z. 13 v. o. st. der Schneide, l. die Schneide.
- 145. Z. 17 v. u. l. 27—30.
- 153. Z. 13 und 14 v. o. st. und um sie, l. um sie.
- 154. Z. 9 v. o. st. Ablösung, l. Ablosung.
Z. 18 v. u. st. welchem, l. welchen.
- 155. Z. 14 v. u. st. $\frac{1}{2}$, l. $1\frac{1}{2}$.
- 165. Z. 3 u. 2 v. u. st. construirte, l. struirte.
- 168., im Texte, Z. 3 v. u. st. Schichtungsablösung, l. Schichtungsablosung.
- 175. Z. 5 v. o. hinter Gesteines fehlt -
- 177. Z. 1 v. u. st. Grubenbau, l. Grubenbaue.
- 179. Z. 20 v. u. st. 5—6′ l. 5—6 Fus.
- 188., im Texte, Z. 11 v. u. an der Förste ist wegzulassen.
- 190. Z. 10 v. o. st. sie, l. sich.
- 191., im Texte, Z. 1 v. u. hinter Krähenfus fehlt ein Komma.
- 192. Z. 8. v. o. hinter unter fehlt Taf. IV. Fig. 20.
- 197., im Texte, Z. 7 v. u. st. bewaffnete Haken, l. bewaffnete Stangen.

Digitized by Google

Seite 200. Z. 12 v. o. st. 2,43, l. 2,45.
- 204. Z. 10 v. o. st. tief liegenden, l. tiefer liegenden.
Z. 12 v. u. vor circa fehlt =.
- 207. Z. 1 v. u. st. 87, l. 81.
- 208. Z. 12 v. u. st. Anwenbung, l. Anwendung.
- 214. Z. 5 v. o. st. lothreht, l. lothrecht.
- 221. Z. 3 v. u. fällt 8 weg.
- 226. Z. 6 v. o. st. = 0,0146, l. à 0,0146.
- 232. Z. 3 v. o. st. überhaupt, so l. überhaupt so,
Z. 4 v. o. hinter dieses fehlt ein Komma.
- 234. Z. 20 v. o. st. Arbeite ben, l. Arbeit eben.
- 238. Z. 21 v. o. st. durch, l. in.
- 241. Z. 2 v. o. st. Ablösungs, l. Ablosungs.
- 248. Z. 17 v. o. st. nachschaffen, l. wegschaffen.
- 250. Z. 14 v. u. hinter oder fällt das Komma weg.,
- 251. Z. 15 v. o. st. Schägel, l. Schlägel.
- 254., in der Anm., Z. 3 v. u. st. Herausbrechen, l. Hinausbrechen.
- 255. Z. 24 v. n. hinter Treppe st. ; l. —.
Z. 4 v. u. st. her, ausgehauen, l. herausgehauen.
- 266. Z. 8 v. u. st. $4/7$, l. $(4/7)^2$
- 276. Z. 1 v. o. st. vorhandene, l. vorhandenen.
- 278., in der Anm., Z. 3 v. u. st. Anfange, l. Anhange.
- 279. Z. 10 v. o. hinter ein fehlt Bergeisen.
Z. 15 v. o. } st. Bago, l. Bayo.
Z. 6 v. u. }
- 282. Z. 13 v. o. Schram fällt weg.
- 285. Z. 16 v. o. hinter angewendet st. ; l. ,
- 289. Z: 2 v. o. st. Flötzmassen, l. Flötz-Massen.
- 301. Ergänzung zu der Anmerkung:

Da die wahre absolute Festigkeit d. h. bis zum Zerreissen, nicht 16000 Pfd., sondern wenigstens 48000 Pfd. beträgt, so würde nach der Formel $t = \frac{rp}{k}$ der Druck auf den Quadr.-Zoll $= \frac{48000.\ 14}{26} = 25846$ Pfd., nach einer andern Formel von Burg für die Berechnung von Röhrenstärken, aber $t = \frac{rp}{k-p}$, der Druck nur $\frac{48000.\ 14}{26+14} = 16800$ Pfd. gewesen seyn.

- 302. Z. 19 v. u. st. und, l. in.
- 307. Z. 7 v. o. st. vorstehen, l. vorgehen.
- 313. Z. 10 v. o. st. Ablösungsflächen, l. Ablosungsflächen.
- 315. Z. 3 v. o. st. denselben, l. demselben.
- 317. Z 11 v. u. st. den, l. dem.
- 319. Z. 3 v. u. st. Durchstechen, l. Durchstosen.
- 323. Z. 7 v. o. hinter Centner fehlt (Ebendaselbst. S. 84.)

Seite 324. Z. 4 v. o. hinter Tannen st. , l. ;
Z. 6 v. o. hinter Süd-Wales fehlt ein Semicolon.
- 328. Z. 14 v. o. endlich fällt weg.
- 329. Z. 1 v. o. l. (Göttingen 1783.)
- 332., im Texte, Z. 2 v. u. l. stattfand.
- 334. Z. 14 v. o. st. z. B., l. wie z. B.
- 336., in der Anm. Z. 7 v. u. st. §. 29., l. §. 28.
- 338., in der Anm. Z. 15 v. o. st. erlangt, l. bewirkt.
339. Z. 11 v. o. st. 1, l. a.
- 344. st. §. 10., l. §. 11.
- 348. Z. 11 v. o. hinter leisten fehlt ein Komma.
- 350., im Texte, Z. 6 v. u. st. 1795, l. 1798.
- 352. Z. 2. v. u. st. Gemeng-Theile, l. Gemengtheile.
- 353. Z. 18 v. o. hinter Fig. 23. l. A. Seitenansicht, B. Durchschnitt des Blattes.
Z. 13. v. u. hinter hölzernen fehlt ein Komma.
- 355. Z. 5 v. o. st. bleiben, l. bleibend.
- 356. Z. 4 v. o. st. tsosend, l. stosend.
- 358. Z. 9. v. u. st. den kürzerem, l. dem kürzeren.
- 362. Z. 14 v. o. st. XVII., l. XVI.
- 372. Z. 11 v. o. st. schwächere (graublaue), l. schwächere, graublaue.
- 374. Z. 2 v. u. hinter dargestellt fehlt ist.
- 379. Z. 9 v. u. hinter diese fehlt und.
- 381. Z. 17 v. u. st. und, l. dem.
- 382. Z. 12 v. u. hinter gewöhnlichster fehlt Einrichtung.
- 398. Z. 9 v. o. hinter Wärme l. –
- 399. Z. 1 u. 2 v. o. st. schwefelsauren, l. schwefligsauren.
Z. 17. v. u. st. das Wasserstoff, l. der Wasserstoff.
- 400. Z. 1 v. o. hinter Theil } fehlt —
Z. 2 v. o. hinter zufolge } fehlt —
Z. 17. v. o. hinter Gas fällt — weg.
- 406. Z. 10 v. o. st. 0,005 m. l. 0,0025 m.
- 411. Z. 5 v. u. st. das l. die.
Z. 4 v. u. st. ihn l. sie.
Z. 1 v. u. st. §. 146 l. S. 146.
- 412. Z. 14 v. o. st. 10,000 l. 10000.
- 415. Z. 9 v. o. st. günstigen l. günstigsten.
Z. 8 v. u. st. als l. zur.
Z. 5 v. u. st. dient l. gilt.
- 428. Z. 16 v. u. ist fällt weg.
- 429. Z. 17 v. o. st. Propiren l. Probiren.
- 432. Z. 15 v. u. st. wird l. sind.
- 434. Z. 13 v. u. hinter Orte fälll das Komma weg.
- 436. Z. 7 v. o. st. Cornewall l. Cornwall.
- 441., in der Anm., Z. 1 v. u. st. Schck l. Schock.
- 443. Z. 11 v. u. hinter Absicht fehlt ein Komma.

Digitized by Google

Seite 446. Z. 9 v. u. hinter Kuchen l. (Taf. VIII. Fig. 12.)
- 449. Z. 10 v. u. hinter Tirol fällt das Komma weg.
Z. 2 v. u. st. ausreichend l. ausreichen.
- 454. Z. 1 st. Fig. 16 l. Fig. 15.
- 456. Z. 20 v. o. hinter Pfaffenhütchen fehlt Komma.
Im Texte Z. 3 v. u. st. S. 15 l. S. 115.
- 457. Z. 12 v. o. st. worden, da l. worden. Da.
- 460., im Texte, Z. 1 v. u. hinter Steinbruch fehlt -
- 466. Z. 2 v. o. hinter Mehrzahl fehlt der.
- 467. Z. 12 v. u. hinter Besetzung fehlt ein Komma.
- 483. Z. 12 v. u. st. Bohrloch l. Bohrkopf.
- 484. Z. 8 v. u. st. finden kann; über l. finden, über.
- 488. Z. 17 v. u. hinter unaus fehlt -
- 490. Z. 13 v. u. st. Courberaise l. Courberatsse.
- 491. st. §. 43. ist zu setzen §. 44. §. 43. hingegen ist im Nachtrage enthalten S. 757.
- 506. Z. 2 v. o. st. 117 l. 217.
- 509. Z. 19 v. o. hinter stehenden fehlt Komma.
- 514., im Texte, Z. 9 v. u. hinter Eben fehlt Komma.
- 517. Z. 16 v. o. st. 20 l. 120.
- 524. Z. 6 v. o. st. 23 l. 24.
- 545. Z. 8 v. u. hinter bleibt } st. ; l. —
Z. 6 v. u. hinter abzuhalten } st. ; l. —
- 553. Z. 8 v. o. hinter Röhren fehlt Komma.
- 560. Z. 1 v. o. st. immer l. innen.
- 567. Z. 8 v. o. hinter zwingen l. ;
- 568. Z. 11 v. u. hinter Sicherheitsstift fällt das Komma weg.
- 569. Z. 12 v. o. hinter 6 st. , l. :
- 571. Z. 5 v. o. herzustellen l. zu bewirken.
- 573., in der Anm., Z. 2 v. u. st. Decher l. Dechen.
- 575. Z. 2. v. o. st. gleichzeiig l. gleichzeitig.
- 586. Z. 18 v. u. A) fällt weg.
Z. 8. v. u. st. in l. an.
- 589. Z. 11 v. o. st. Sand- Keil- Pflock- u. dergl. l. Sand-, Keil-, Pflock-, u. dergl.
In der Anmerkung Z. 19 v. u. st. oben und unten in eine Scheibe endigend l. endigte oben und unten in eine Scheibe.
Z. 5 v. u. hinter unzähligen l. Wiederholungen, st. Funken l. Punkten.
- 590. Z. 16 v. u. vor chlorsaurem l. z. B.
- 594. Z. 22 v. o. st. esten l. festen.
- 599. Z. 14 v. u. st. an eine solche Kluft l. an dieselbe.
- 600. Z. 6 v. o. hinter allemal fehlt Komma.
S. 4 v. u. st. Richung l. Richtung.
- 618. st. §. 62 l. §. 61.
- 620. Z. 17 v. u. hinter Revier l. gekommenen Weise.

Digitized by Google

Seite 628. Z. 10 u. 11 v. c. st. Stellon l. Stellen.
- 631. In §. 64. ist am Schlusse des Betriebes von Abteufen noch einzuschalten: Gleiches gilt von dem verwandten Betriebe von Ueberhauen.
- 639. Z. 2 v. st. letzteren l. letzterer.
- 644. Z. 18 v. o. st. Einsinken l. Einfrieren.
- 645. Z. 15 v. u. st. 11 l. 4.
- 648. Z. 7 v. o. hinter wurde fehlt ,
- 651. Z. 11 v. u. st. in einer l. mit einer.
- 652. Z. 1 v. u. st. electrischen l. galvanischen.
- 665., im Texte, Z. 9 v. u. st. (291666 cub. yards) ohngefähr l. 291666 cub. yards (ohngefähr).
- 668. Z. 2 v. o. st. 0$\frac{1}{2}$ l. $\frac{1}{2}$.
- 670. Z. 6 v. u. st. 23$\frac{1}{3}$ l. 23$\frac{2}{3}$.
- 671. Z. 8 v. u. hinter Kupfer fehlt -
- 683., im Texte, Z. 7 v. u. st. letztere l. solche.
- 686. Z. 1 v. u. st. 1770 l. 1710.
- 689. Z. 10 v. u. st. Sohlen l. Kohlen.
  Z. 9 v. u. st. Kohle l. Sohle.
- 690. Z. 11 v. u. st. Z l. T.
- 693. Z. 8 v. u. st. dieselben l. dieselbe.
- 697. Z 5 v. o. st. Flammenfeuer aber l. aber Flammenfeuer.
- 700. Z. 7 v. u. hinter soll fehlt ein Punkt.
- 701. Z. 9 v. o. hinter wurde fehlt ein Punkt.
  Z. 12 v. u. hinter ruhten l. ;
- 738. Z. 12 v. u. st. in l. an.
  Z. 1 v. u. hinter aufgelegt fehlt ein Komma.
- 740. Z. 10 u. 11 v. o. st. Kupferschieferqergbau l. Kupferschieferbergbau.
  Z. 12 v. u. st. hintere l. Seiten-
- 741. Z. 15 v. u. st. solle l. sollen.
- 745. Z. 10 v. o. st. 1S28 l. 1828.
  Z. 14 v. u. st. 0,123 l. 0,133.
- 746. Z. 6 v. o. st. Talg l. Talgkerzen.
  Z. 12 v. o. hinter Schicht fehlt auf.
- 747. Z. 5, im Texte, v. o. st. dargestellt l. dargestellte.
- 749. Z. 9 v. o. st. ersteren l. ersten.
- 750. Z. 7 v. c. st. durgl. l. dergl.
  Z. 3 v. u. st. 5,6759 l. 5,6751.
  Z. 8 v. o. st. 62,11 l. 62,31.
  Z. 14 v. u. st. 46 l. 45.
- 754. Z. 19 v. u. st. weiter l. weite.
- 756. Z. 8 v. o. vor Um l. 2).
  Z. 12 v. o. vor Ferner l. 3).
  Z. 17 v. o. vor Nicht l. 4).
  Z. 23. v. o. vor Endlich l. 5).

REESE LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA

Digitized by Google

REESE LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY
OF
CALIFORNIA.

Digitized by Google

Digitized by Google

YC 18875

TN145
G2
v.3
42446

UNIVERSITY OF CALIFORNIA LIBRARY

Digitized by Google

Digitized by Google

YC 18875

TN145
G2
v.3

12446

UNIVERSITY OF CALIFORNIA LIBRARY

Digitized by Google

image
not
available

image
not
available

image
not
available

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Lehrbuch der
Bergbaukunde

mit besonderer Berücksichtigung
des Steinkohlenbergbaues

Von

Dr.-Ing. e. h. F. Heise
Professor und Direktor der Bergschule
zu Bochum

und

Dr.-Ing. e. h. F. Herbst
Professor und Direktor der Bergschule
zu Essen

Erster Band

Fünfte, verbesserte Auflage

Mit 580 Abbildungen und einer farbigen Tafel

Berlin
Verlag von Julius Springer
1923

Digitized by Google

TJ145
H35
v. 1

Alle Rechte, insbesondere das der
Übersetzung in fremde Sprachen, vorbehalten.
Copyright 1923 by Julius Springer in Berlin.

Digitized by Google

Aus dem Vorwort zur ersten Auflage.

Eine umfassende Darstellung des gesamten Gebietes der Bergbaukunde würde, falls sie wirklich mit einigem Rechte vollständig genannt werden sollte, bei dem heute so reichhaltig gewordenen Stoffe die Arbeit eines Menschenlebens bedeuten und doch nachher nicht voll befriedigen, weil die rastlos fortschreitende Technik ihre Bearbeitung in einem Lehrbuche nach dessen Fertigstellung längst überholt haben würde. Das Ziel, das wir uns bei der Herausgabe des vorliegenden Lehrbuches gesteckt haben, ist unter der Berücksichtigung des Wortes „bis dat, qui cito dat" bedeutend bescheidener gewesen, sowohl was die Auswahl als auch was die Behandlung des Stoffes betrifft. In erster Hinsicht haben wir das Gebiet in zweifacher Weise eingeengt, indem wir einmal uns im wesentlichen auf den deutschen Bergbau beschränkt und sodann dort, wo besonders Rücksicht auf Lagerstättenverhältnisse zu nehmen war, allein den Steinkohlenbergbau ausführlich, den Braunkohlen-, Erz- und Salzbergbau dagegen nur in einigen bezeichnenden Beispielen behandelt haben. Für die Art der Bearbeitung aber war maßgebend, daß das Buch nicht für den fertig ausgebildeten Fachmann, sondern als Einführung in die Bergbaukunde für den Bergschüler und Studierenden der Bergwissenschaften dienen soll. Insbesondere ist die Rücksicht auf den Unterricht in der Bergbaukunde an der großen Bochumer Bergschule mit ihren fast 700 Schülern die erste Veranlassung zur Entstehung des Buches gewesen und demgemäß in erster Linie für seine Ausgestaltung bestimmend geworden.

Hieraus ergaben sich als Richtpunkte: Hervorhebung des Wichtigen, Bleibenden und wissenschaftlich Feststehenden; kritische Sichtung und Durcharbeitung des Stoffes; verhältnismäßig kurze Behandlung der baulichen Einzelheiten, die dem Wechsel mehr oder weniger unterworfen sind.

Eine ganz besondere Sorgfalt wurde im Hinblick auf den Zweck des Buches den Figuren zugewandt. Hauptsächlich sind schematische Darstellungen, die das Wesen der Sache unter Fortlassung der den Überblick erschwerenden, baulichen Einzelheiten zur Anschauung bringen, bevorzugt.

Wenn wir das Buch in so reicher Fülle mit eigens für unseren Zweck angefertigten Zeichnungen ausstatten konnten, so schulden wir hierfür der Westfälischen Berggewerkschaftskasse Dank, die uns ihre Zeichenkräfte zur Verfügung stellte. Die meisten Figuren sind von der geschickten Hand des berggewerkschaftlichen Zeichners Herrn Haibach zu Bochum gefertigt. Entsprechend dem Zwecke des Buches sind manche Figuren für den mündlichen Unterricht mit Buchstaben versehen, ohne daß auf diese im Texte Bezug genommen ist.

Die Hinweise auf Literaturstellen haben wir nach Möglichkeit beschränkt, weil ja das Buch kein eigentliches Nachschlagewerk sein soll.

Bochum—Aachen, im April 1908.

Heise. Herbst.

573453

Digitized by Google

Aus dem Vorwort zur vierten Auflage.

Die 4. Auflage des I. Bandes unseres Lehrbuchs erscheint stark verspätet, da die Wirren unseres heutigen Wirtschaftslebens auch auf die Drucklegung mannigfach zurückgewirkt haben, so daß das Buch statt, wie wir gehofft hatten, zu Ostern, erst im Herbst dieses Jahres herausgebracht werden konnte. An und für sich freilich würden wir, wenn nicht die Erschöpfung des Bestandes zu einer Neubearbeitung gezwungen hätte, diese lieber noch etwas hinausgeschoben haben. Denn die noch andauernde Umwälzung in unserer Wirtschaft wird auch dem Bergbau allmählich ein neues Gepräge aufdrücken und manches in unserem Buche bald als veraltet erscheinen lassen. Insbesondere gilt das von den wirtschaftlichen Betrachtungen. Statt daß wir diese weiter ausbauen konnten, waren wir vielmehr angesichts der noch bestehenden Unsicherheit des Geldwertes außerstande, die vorhandenen Preisangaben und Kostenberechnungen der heutigen Zeit anzupassen. Wir haben uns notgedrungen entschließen müssen, die alten Sätze stehen zu lassen und dem Leser die Umrechnung gemäß der jeweiligen Marktlage zu überlassen.

Den Herren Bergassessoren Dr. Kukuk in Bochum und Beyling in Dortmund sprechen wir auch an dieser Stelle unseren Dank für ihre bereitwillige Mitarbeit am 1. bzw. 5. Abschnitt aus.

Bochum—Essen, im September 1920.

Heise. Herbst.

Vorwort zur fünften Auflage.

Unerwartet schnell ist die Notwendigkeit zur Herausgabe dieser Auflage an uns herangetreten, da die erst im September 1920 erschienene vierte Auflage rasch abgesetzt worden ist. Mit Rücksicht auf die Kürze der inzwischen verstrichenen Zeit haben wir es uns versagen können, den Stoff in größerem Umfange von neuem durchzuarbeiten. Immerhin war es erforderlich, den Fortschritten auf den Gebieten der maschinellen Kohlengewinnung, der Gesteinsbohrarbeit, des Rutschen-Abbaues und der Kühlhaltung von warmen Gruben Rechnung zu tragen. Die gesteigerte Bedeutung der Druckluft veranlaßte uns zur Einfügung einer kurzen Erörterung der Druckluftwirtschaft. Auch bedingte die Neuregelung des Sprengstoffwesens in Preußen eine Umarbeitung der entsprechenden Abschnitte. Für seine Mitwirkung hierbei danken wir Herrn Bergassessor Beyling in Dortmund herzlich. Schließlich haben wir in der Wetterlehre durch verschiedene Ergänzungen und neue Abbildungen Unklarheiten hinsichtlich der Verhältnisse des Wetterstromes zu beseitigen gesucht.

Wir bitten die Fachgenossen, auch in Zukunft unser Bestreben, das Buch fortlaufend in engster Fühlung mit dem Betriebe zu erhalten, durch Mitteilung von Mängeln, durch Ratschläge, Ergänzungsvorschläge u. dgl. freundlichst unterstützen zu wollen.

Bochum—Essen, im März 1923.

Heise. Herbst.

Digitized by Google

Inhaltsverzeichnis.

Seite

Einleitung 1

1. Begriff der Bergbaukunde. — 2. Einteilung der Bergbaukunde.

Erster Abschnitt.

Gebirgs- und Lagerstättenlehre.

I. Gebirgslehre (Geologie) 2

3. Überblick.

A. Die Kräfte des Erdinnern 2

4. Raumbegriffe. — 5. Zeitbegriffe. — 6. Die Gebirgsbildung als Folge der Abkühlung der Erde. — 7. Erdbeben. — 8. Vulkanismus.

B. Die Einwirkung der Atmosphäre 6

9. Allgemeine Bedeutung und Kreislauf des Wassers. — 10. Verwitterung. — 11. Erosion. — 12. Meeresbrandung und marine Abrasion. — 13. Unterirdische Tätigkeit des Wassers. — 14. Gletscher. — 15. Denudation. — 16. Neubildungen durch Wasser. — 17. Einwirkung der Luft. — 18. Bedeutung der Sonnenbestrahlung.

C. Die Zusammensetzung der Erdrinde (Gesteinslehre) . . . 10

19. Haupteinteilung. — 20. Erstarrungsgesteine. — 21. Schichtgesteine. — 22. Lagerungsverhältnisse verschiedener Schichtenfolgen unter sich.

D. Die Einwirkung der Erdrindenschrumpfung auf die Schichtgesteine 13

23. Allgemeines.

a) Schichtenbiegung (Faltung) 13

24. Grundbegriffe. — 25. Streichen. — 26. Einfallen. — 27. Mulden und Sättel. — 28. Zeichnerische Darstellung von Mulden und Sätteln. — 29. Sonstige Erscheinungen bei Falten. — 30. Nebenwirkung des Faltungsvorgangs.

b) Zerreißungen von Gebirgschichten (Störungen) 19

31. Allgemeines.

1. Sprünge 19

32. Begriffsbestimmungen, Bezeichnungen. — 33. Entstehung. — 34. Verhalten der Sprünge. — 35. Zusammenwirken mehrerer Sprünge. — 36. Ausrichtung von Sprüngen. — 37. Sprünge und Falten.

2. Überschiebungen oder Wechsel (Faltenverwerfungen) 28

38. Wesen und Entstehung der Überschiebungen. — 39. Besondere Eigenschaften der Überschiebungen. — 40. Beispiele größerer Überschiebungen. — 41. Unterschiede zwischen Sprüngen und Überschiebungen.

3. Verschiebungen 31

42. Wesen, Entstehung und Eigenschaften der Verschiebungen.

Digitized by Google

Seite

c) Die betriebliche Bedeutung der Lageveränderungen für den Bergbau 33

43. Gebirgsbewegungen und Wert der Grubenfelder.

II. Lagerstättenlehre 34

Allgemeiner Teil 34

44. Einteilung der Lagerstätten.

A. Besprechung der Lagerstätten nach ihrer äußeren Begrenzung 36

45. Flöze. — 46. Lager. — 47. Gänge. — 48. Stöcke, Butzen, Linsen, Nester. — 49. Stockwerke. — 50. Seifen.

B. Unregelmäßigkeiten im Verhalten der Lagerstätten . . . 43

51. Wechsel in der Mächtigkeit. — 52. Wechsel in der Mineralführung der Flöze und Lager. — 53. Unregelmäßigkeiten in Erzgängen.

Besonderer Teil 45

Die Steinkohle und ihre Lagerstätten 45

a) Entstehung der Steinkohle und der Steinkohlenflöze . . . 45

54. Ausgangstoffe für die Bildung der Steinkohle. — 55. Allmähliche Umbildung der Ausgangstoffe zur Kohle. — 56. Bildung von einzelnen Kohlenflözen. — 57. Unterschiede zwischen jüngeren und älteren Kohlen. — 58. Andere Art der Kohlenbildung. — 59. Pflanzenwelt der Steinkohle.

b) Die wichtigsten deutschen Steinkohlenbezirke 50

1. Die Ruhr-Lippe-Steinkohlenablagerung. 50

60. Begrenzung und Oberflächenverhältnisse. — 61. Gliederung und Allgemeines. — 62. Flözgruppen. — 63. Lagerungsverhältnisse. — 64. Verwerfungen. — 65. Das Devon. — 66. Allgemeines. — 67. Lagerungsverhältnisse. — 68. Die Schichten zwischen Karbon und Kreide. — 69. Die Kreideschichten. — 70. Tertiär, Diluvium, Alluvium.

2. Die Steinkohlenvorkommen von Osnabrück 65

71. Übersicht. — 72. Flöz- und Gesteinsverhältnisse.

3. Das Saar-Nahe-Steinkohlenbecken 66

73. Begrenzung und Allgemeines. — 74. Flözgruppen. — 75. Lagerungsverhältnisse. — 76. Deckgebirge.

4. Die Aachener Steinkohlenablagerungen 70

77. Allgemeine Übersicht. — 78. Flözführung und Nebengestein. — 79. Lagerungsverhältnisse. — 80. Deckgebirge.

5. Das oberschlesische Steinkohlenbecken 73

81. Allgemeines. — 82. Flözführung und Nebengestein. — 83. Lagerungsverhältnisse. — 84. Deckgebirge.

6. Das niederschlesisch-böhmische Steinkohlenbecken 76

85. Lage und Begrenzung. — 86. Gliederung. — 87. Lagerungsverhältnisse.

7. Das Zwickauer Steinkohlenbecken 78

88. Vorbemerkung. — 89. Grundzüge des Zwickauer Steinkohlenbeckens.

Digitized by Google

Seite

Zweiter Abschnitt.

Das Aufsuchen der Lagerstätten.
(Schürf- und Bohrarbeiten.)

I. Schürfen 80

1. Geognostische Vorarbeiten. — 2. Physikalische Hilfsmittel. — 3. Schürfarbeiten.

II. Tiefbohrung 82

4. Wesen und Zwecke der bergmännischen Tiefbohrung. — 5. Einteilung.

A. Die Tiefbohrung in milden Gebirgschichten und geringen Teufen 83

6. Drehendes Bohren. — 7. Stoßendes Bohren. — 8. Hilfsvorrichtungen.

B. Die Tiefbohrung in größeren Teufen und vorwiegend festem Gebirge 85

9. Einteilung.

a) Stoßendes Bohren 85

1. Das Gestängebohren 85

aa) Das Bohren ohne Wasserspülung („Trockenbohren“) 85

10. Einleitung. — 11. Bohrtürme. — 12. Antrieb. — 13. Obere Zwischenstücke. — 14. Gestänge. — 15. Meißel. — 16. Untere Zwischenstücke beim deutschen Bohren.— 17. Hilfsvorrichtungen.

bb) Das Bohren mit Wasserspülung („Spülbohren“) 94

18. Vorteile der Wasserspülung. — 19. Besonderheiten bei der Spülbohrung. — 20. Richtung und Erzeugung des Spülstroms. — 21. Besondere Einrichtungen beim Spülbohren. — 22. Grundgedanke. — 23. Allgemeines über den Antrieb. — 24. Bohreinrichtung nach Raky. — 25. Bohreinrichtung der Kontinentalen Tiefbohrgesellschaft (vorm. H. Thumann). — 26. Schnellschlagbohrung mit Seil. — 27. Beurteilung der Schnellschlag-Bohrverfahren. — 28. Vergleich zwischen Schwengel- und Seil-Schnellschlagbohrung.

2. Das Seilbohren. 103

29. Anwendungsgebiet und Beurteilung. — 30. Einige Einzelheiten des Seilbohrens.

3. Die Bohrverfahren mit Antrieb vor Ort des Bohrlochs 104

31. Hydraulischer und elektrischer Antrieb. — 32. Beurteilung.

b) Drehendes Bohren (Diamantbohrung) 105

33. Allgemeines. — 34. Die Bohrkrone. — 35. Ersatzmittel für Diamanten. — 36. Kerngewinnung. — 37. Antrieb. — 38. Ausführungsbeispiele. — 39. Beurteilung der Diamantbohrung.

C. Besondere Einrichtungen und Arbeiten bei der Tiefbohrung . 111

a) Verrohrung 111

40. Zweck der Verrohrung. — 41. Rohre. — 42. Einbringen der Verrohrung. — 43. Ausziehen der Rohre. — 44. Zerschneiden von Rohren.

b) Überwachung des Bohrbetriebes. — Verwertung und Deutung von Bohrergebnissen. — Bohrkosten und -leistungen 115

45. Gesteinsproben. — 46. Stratameter. — 47. Abweichungen aus der Lotlage und ihre Bestimmung. — 48. Leistungen und Kosten.

Digitized by Google

Seite

III. Die Söhlig- und Schrägbohrung 119

49. Bedeutung der Bohrung in söhliger und schräger Richtung. — 50. Gemeinsame Grundzüge solcher Bohreinrichtungen. — 51. Bohreinrichtung von Lange, Lorcke & Co. in Mügeln i. Sa. — 52. Bohrvorrichtung der Peiner Maschinenbaugesellschaft. — 53. Die Ablenkung söhliger und schräger Bohrungen. — 54. Leistungen und Kosten der Söhlig- und Schrägbohrung.

Anhang. Die Herstellung von Bohrlöchern zur Wasser- und Wetterlösung 124

55. Vorbemerkung. — 56. Bohreinrichtungen zum Vorbohren. — 57. Wetterbohrlöcher. Allgemeines. — 58. Drehend arbeitende Überhaubohrmaschinen. — 59. Stoßend arbeitende Aufbruchbohreinrichtungen. — 60. Schlagend wirkende Aufbruchbohrmaschinen. — 61. Bohrvorrichtung zur Herstellung von Wetterbohrlöchern von oben nach unten.

Dritter Abschnitt.

Gewinnungsarbeiten.

I. Einleitende Bemerkungen 132

1. Allgemeines. — 2. Gedinge. — 3. Gewöhnliches Gedinge. — 4. Generalgedinge. — 5. Prämiengedinge. — 6. Bedeutung des Gedinges. — 7. Tarifverträge. — 8. Anwendung der Tarifverträge im Bergbau. — 9. Gewinnbarkeit. — 10. Grade der Gewinnbarkeit. — 11. Besondere Rücksichten.

II. Gewinnungsarbeiten ohne Verwendung von Sprengstoffen 136

12. Vorbemerkung.

A. Die Wegfüllarbeit 136

13. Allgemeines und Gezähe. — 14. Leistungen.

B. Die Keilhauenarbeit 138

15. Allgemeines. — 16. Gezähe.

C. Die Arbeit mit Abbauhämmern und Preßlufthacken . . . 140

17. Geschichtliche Vorbemerkung. — 18. Die Einrichtung der Abbauhämmer. — 19. Die Arbeitsweise. — 20. Die Preßlufthacke. — 21. Anwendbarkeit, Leistungen, Kosten.

D. Die maschinelle Schrämarbeit 144

22. Vorteile der maschinellen Schrämarbeit. — 23. Vorbemerkungen.

1. Stoßend wirkende Schrämmaschinen. 145

24. Allgemeines. Fahrbare Stoßschrämmaschinen. — 25. Säulen-Schrämmaschinen. — 26. Vereinfachte Säulenschrämmaschinen. — 27. Schrämkronen. — 28. Anwendung und Leistungen.

2. Fräsend wirkende Schrämmaschinen 148

29. Einleitung. Kettenschrämmaschinen. — 30. Radschrämmaschinen. — 31. Stangenschrämmaschinen. — 32. Die Anwendbarkeit der Stangenschrämmaschinen. — 33. Kohlenschneider. — 34. Rück- und Ausblick.

E. Hereintreibearbeit 154

35. Allgemeines. — 36. Die Arbeit mit Fäustel und Keil. — 37. Treibkeile. — 38. Rammkeil von François. — 39. Bosseyeuse von Dubois und François. —

Digitized by Google

Seite

40. Schraubenkeile, hydraulische Keile. — 41. Höchstdruck und Hub der Keile. — 42. Druckwasser-Abtreibevorrichtungen. — 43. Anwendbarkeit der Keile und Abtreibevorrichtungen im allgemeinen. — 44. Hereingewinnung durch unmittelbaren Wasserdruck. Allgemeines. — 45. Die Arbeitsweise. — 46. Vor- und Nachteile.

III. Sprengarbeit 159

47. Geschichtliches.

A. Herstellung der Bohrlöcher 160

48. Allgemeines.

a) Drehendes Bohren 160

49. Vorbemerkung. — 50. Der Schlangenbohrer.

1. Drehendes Bohren mit Hand ohne und mit Benutzung von Handbohrmaschinen 161

51. Ausführung der Bohrarbeit. — 52. Leistungen. — 53. Handbohrmaschinen. — 54. Verlagerung der Handbohrmaschinen in Standrohren und Maschinenhaltern. — 55. Leistungen.

2. Drehendes Bohren mit mechanisch angetriebenen Bohrmaschinen . . 164

56. Maschinen mit fahrbarem Motor. — 57. Maschinen mit angebautem Preßluftmotor. Freihanddrehbohrmaschinen. — 58. Beispiele. — 59. Allgemeines. — 60. Beispiele. — 61. Drehendes Bohren in hartem Gebirge. — 62. Druckwasserdrehbohrmaschine von Brandt. — 63. Umdrehungszahl, Kraftverbrauch und Leistungen. — 64. Vor- und Nachteile des Betriebes. — 65. Diamantdrehbohrmaschinen. — 66. Rückblick.

b) Stoßendes Bohren 174

67. Vorbemerkung. — 68. Bohrer.

1. Stoßendes Bohren mit Hand 175

69. Die Arbeit mit Bohrstangen. — 70. Stoßende Handbohrmaschinen.

2. Mechanisch angetriebene Stoßbohrmaschinen 176

71. Arbeitsweise. — 72. Das Spiel des Arbeitskolbens. — 73. Zylinderdurchmesser, Hublänge, Schlagzahl. — 74. Die Steuerung. Maschinen ohne bewegte Steuerungsteile. — 75. Steuerungen mit bewegten Teilen. — 76. Umsetzvorrichtung. — 77. Vorschubeinrichtung. — 78. Die Maschinenausführung im allgemeinen. — 79. Wasserspülung bei Stoßbohrmaschinen. — 80. Kraftbedarf der Preßluftstoßbohrmaschinen, Leistungen. — 81. Solenoid-Maschinen. — 82. Kurbelstoßbohrmaschine. — 83. Der Betrieb mit einem fahrbaren, elektrisch angetriebenen Kompressor. — 84. Elektro-pneumatische Bohrmaschinen, Pulsatormaschinen. — 85. Vorbemerkung. — 86. Bohrsäulen. — 87. Bohrwagen. Dreifüße.

c) Schlagendes Bohren 189

88. Vorbemerkung.

1. Schlagendes Bohren mit Hand 189

89. Gezähe und Leistungen.

2. Schlagbohrmaschinen 190

90. Allgemeines. — 91. Die Kugel-, Linsen- und Klappensteuerungen. — 92. Kolbensteuerungen. — 93. Steuerungen ohne bewegte Teile. — 94. Die Umsetzvorrichtung. — 95. Die Befestigung der Bohrer in der Maschine. —

Digitized by Google

Seite

96. Der Zusammenbau der Teile zu einem Bohrhammer. — 97. Elektrisch betriebene Bohrhämmer. — 98. Einrichtungen zur Erleichterung des Vorschubes von Bohrhämmern. — 99. Die Hammerbohrmaschinen. — 100. Die Fortschaffung des Bohrmehls aus dem Bohrloche. — 101. Die Staubbildung und ihre Bekämpfung. — 102. Die Behandlung der Bohrer. — 103. Leistungen, Luftverbrauch und Anwendbarkeit der Bohrhämmer. — 104. Zusammenfassender Rückblick auf die verschiedenen Bohrmaschinengattungen.

B. Anhang 204

105. Die Bedeutung der Druckluftwirtschaft.

C. Die Sprengstoffe 206

a) Allgemeiner Teil 206

106. Begriff der Explosion. — 107. Einleitung der Explosion. — 108. Arten der Explosion. — 109. Erzeugnisse der Explosion. — 110. Das Abbrennen oder das Auskochen der Sprengschüsse. — 111. Explosionstemperatur und Gasdruck. — 112. Sprengkraft und Sprengwirkung. — 113. Trauzlsche Bleimörserprobe. — 114. Übersicht.

b) Besonderer Teil 212

115. Einteilung der Sprengstoffe.

1. Pulversprengstoffe 213

116. Sprengpulvergruppe. — 117. Explosionszersetzung des Sprengpulvers. — 118. Sprengsalpetergruppe.

2. Gesteinsprengstoffe 215

119. Vorbemerkung.

α) Gruppe der Dynamite 215

120. Das Sprengöl. — 121. Zusammensetzung der Dynamite im allgemeinen. — 122. Bedeutung der Schießbaumwolle für die Dynamite. — 123. Gefrierbarkeit der Dynamite. — 124. Sprenggelatine. — 125. Die Dynamite 1—5 (Gelatinedynamite). — 126. Ammongelatine 1.

β) Gruppe der Ammonsalpetersprengstoffe 218

127. Allgemeines und Zusammensetzung. — 128. Eigenschaften. — 129. Die Reihe der zugelassenen Sprengstoffe.

γ) Gruppe der Perchloratsprengstoffe 220

130. Eigenschaften und Zusammensetzung.

δ) Gruppe der Chloratsprengstoffe 221

131. Eigenschaften und Zusammensetzung. — 132. Besondere Erfahrungen mit Chloratsprengstoffen.

3. Wettersprengstoffe 223

133. Vorbemerkungen. — 134. Anwendung nassen oder feuchten Besatzes. — 135. Begriff des Wettersprengstoffes. — 136. Ursachen der Schlagwetter- und Kohlenstaubsicherheit. — 137. Erprobung der Schlagwetter- und Kohlenstaubsicherheit. — 138. Bewertung der in den Versuchstrecken erzielten Ergebnisse. — 139. Einteilung. — 140. Die Ammonsalpetersprengstoffe als Wettersprengstoffe. — 141. Die halbgelatinösen Wettersprengstoffe. — 142. Die gelatinösen Wettersprengstoffe.

Digitized by Google

Seite

4. Lagerung der Sprengstoffe 228

143. Allgemeines. — 144. Die Ausführung unterirdischer Lager.

5. Vernichtung von Sprengstoffen 230

145. Vorsichtsmaßnahmen.

D. Die Zündung der Sprengschüsse 230

146. Einteilung. — 147. Die Zündung durch einen offenen Zündkanal.

a) Zündschnurzündung 231

148. Die Schnur selbst. — 149. Brenngeschwindigkeit. — 150. Übertragung der Zündung auf die Ladung. — 151. Knallquecksilberkapseln. — 152. Kapseln mit Trotyl- und Tetrylfüllung, Aluminiumkapseln, Resorzinatkapseln. — 153. Anzünden der Zündschnur.

b) Abziehzündungen 235

154. Allgemeines.

c) Elektrische Zündung 236

1. Allgemeines. 236

155. Teile der elektrischen Zündung. — 156. Strom- und Spannungsverhältnisse. — 157. Anwendung der Gesetze auf die elektrische Zündanlage. — 158. Einteilung der Zünder.

2. Stromquellen 238

159. Einteilung. — 160. Bornhardtsche Maschine. — 161. Die Bauart der Maschinen. — 162. Erklärung. — 163. Bauart. — 164. Allgemeines. — 165. Ausführungs-Beispiele. — 166. Kontakteinrichtungen. — 167. Ausführung und Beurteilung des Verfahrens. — 168. Zentralzündung.

3. Elektrische Zünder 246

169. Allgemeine Beschreibung. — 170. Zünderdrähte. — 171. Zündsatz. — 172. Funken- und Spaltglühzünder. — 173. Brückenglühzünder. — 174. Zeitzünder.

4. Leitungen 250

175. Herstellungstoff und Widerstand. — 176. Bedeutung des Leitungswiderstandes. — 177. Isolation der Leitungen. — 178. Schutz gegen Streuströme. — 179. Verbindung der Leitungen.

5. Hilfsgeräte für die elektrische Zündung. 254

180. Zünder- und Leitungsprüfer. Galvanoskop. — 181. Ohmmeter, Meßbrücken. — 182. Stromquellenprüfer.

6. Die Schaltung der Sprengschüsse 256

183. Schaltungsweisen.

7. Schlußbemerkungen und Vergleich 257

184. Rückblick. — 185. Nach- und Vorteile in Abwägung gegeneinander.

E. Das Sprengluftverfahren 259

186. Vorbemerkung. — 187. Sprengtechnische Eigenschaften der Sprengluft. — 188. Erzeugung der flüssigen Luft. — 189. Beförderungs- und Tränkgefäße. — 190. Patronen. — 191. Besatz. — 192. Zündung. Allgemeines. — 193. Zündschnüre. — 194. Elektrische Zündung. — 195. Zündung aus dem Bohrlochtiefsten. — 196. Die Kosten des Sprengluftverfahrens. — 197. Aussichten des Verfahrens.

Digitized by Google

Seite

F. Unglücksfälle bei der Sprengarbeit 267

198. Verhalten der Mannschaft. — 199. Verhalten der Sprengladung. — 200. Versager. — 201. Nachschwaden. — 202. Sprengkapseln. — 203. Elektrische Zündung. — 204. Schießen mit flüssiger Luft.

G. Betriebsmäßige Ausführung der Sprengarbeit 270

205. Das Ansetzen der Schüsse. — 206. Schichtung und Einbruch. — 207. Abbohren und Abtun der Schüsse. — 208. Weitere Mittel zur Beschleunigung des Betriebes. — 209. Ordnung des Betriebes. — 210. Einfluß der Bohrlochweite. — 211. Hohlraumschießen. — 212. Kombiniertes Schießen. — 213. Einfluß des Besatzes. — 214. Erweiterungsbohrer.

Vierter Abschnitt.

Die Grubenbaue.

1. Allgemeines. — 2. Bildliche Darstellung von Grubenbauen. 277

I. Ausrichtung 279

A. Ausrichtung von der Tagesoberfläche aus 279

3. Hauptarten.

a) Stollen 279

4. Ausrichtungstollen. — 5. Wasserlosungstollen. — 6. Heutige Bedeutung der Stollen.

b) Schächte 281

1. Arten der Schächte 281

7. Allgemeines. Zweck der Schächte. — 8. Tonnlägige Schächte. — 9. Seigere Schächte.

2. Schachtansatzpunkt 283

10. Allgemeines. — 11. Bedeutung der Lagerungsverhältnisse. — 12. Bedeutung des Deckgebirges. — 13. Verhältnisse über Tage. — 14. Schachtbaufelder. — 15. Doppelschachtanlagen.

3. Schachtscheibe 286

16. Form und Einteilung. — 17. Rechteckige Schächte. — 18. Runde Schächte. — 19. Andere Querschnitte. — 20. Einteilung der Schachtscheibe. — 21. Größe des Querschnitts.

4. Schachtteufen 290

22. Tiefste Schächte der Erde.

B. Ausrichtung vom Schachte aus 291

a) Sohlenbildung 291

23. Grund der Sohlenbildung. — 24. Sohlenbildung nach Flözen. — 25. Sohlen im Gestein. — 26. Sohlenabstände. — 27. Unterwerksbau. — 28. Wettersohlen.

b) Die Ausrichtung auf den einzelnen Sohlen 297

29. Ausrichtung durch Querschläge. — 30. Ausrichtung durch blinde Schächte.

Digitized by Google

Seite

II. Vorrichtung 299

31. Vorbemerkung.

a) Bauabteilungen 299

32. Bedeutung der Bauabteilungen bei Bremsbergförderung. — 33. Besonderheiten der Abteilungsbildung bei flacher Lagerung. — 34. Bedeutung der Bauabteilungen beim Rutschenbau.

b) Gruppenbau 302

35. Wesen und Bedeutung des Gruppenbaues.

c) Die Vorrichtung in den einzelnen Flözen 304

36. Bedeutung und Umfang der Vorrichtungsarbeiten. — 37. Größe der vorzurichtenden Bauabschnitte. — 38. Zeitliches Verhältnis zwischen Vorrichtung und Abbau.

III. Das Auffahren der verschiedenen Aus- und Vorrichtungsbetriebe 307

39. Vorbemerkung.

a) Querschläge 307

40. Hauptquerschläge. — 41. Abteilungsquerschläge. — 42. Wetterquerschläge. — 43. Besondere Querschläge.

b) Blinde Schächte 309

44. Herstellung der blinden Schächte. — 45. Besonderheiten bei Stapelschächten.

c) Streckenbetriebe im Streichen 312

46. Grundstrecken. — 47. Auffahren der Grundstrecken. Nachreißen des Nebengesteins. — 48. Vorgehen beim Auffahren der Grundstrecken. — 49. Teilsohlenstrecken. — 50. Abbaustrecken. — 51. Hauptförderstrecken (Richtstrecken). — 52. Sonstige streichende Strecken.

d) Streckenbetriebe im Einfallen 318

53. Zwecke und Arten. — 54. Überhauen. — 55. Abhauen. — 56. Bremsberge. Überblick. — 57. Herstellung der Bremsberge bei mittlerer und steiler Lagerung. — 58. Herstellung der Bremsberge bei flacher Lagerung. — 59. Anschluß der Bremsberge an die Grundstrecken. — 60. Rollöcher.

e) Lösungstrecken für besondere Zwecke 323

61. Vorbemerkung. — 62. Vorbohren. — 63. Weitere Sicherheitsmaßregeln.

IV. Abbau 324

64. Bedeutung eines vollständigen Abbaues. — 65. Rücksicht auf benachbarte Lagerstätten. — 66. Ein- und zweiflügeliger Abbau. — 67. Rücksicht auf das Hangende in den Abbauhohlräumen. Haupteinteilung der Abbauarten. — 68. Verhiebarten.

A. Abbauverfahren ohne Unterstützung des Hangenden . . . 328

69. Der Pfeilerbau. Allgemeines.

a) Der Pfeilerbau mit gleichmäßig fortschreitendem Verhieb . 329

1. Der streichende Pfeilerbau 329

70. Einteilung des Baufeldes. — 71. Das Treiben der Vorrichtungstrecken. — 72. Vorrichtung unter günstigen Verhältnissen. — 73. Der Rückbau der Pfeiler. — 74. Sicherheitspfeiler.

Digitized by Google

Seite

2. Der schwebende und diagonale Pfeilerbau 332

75. Schwebender Pfeilerbau. — 76. Anwendung des schwebenden Pfeilerbaues. — 77. Diagonaler Pfeilerbau.

3. Beurteilung des Pfeilerbaues mit ununterbrochenem Verhieb . . . 333

78. Vorzüge und Nachteile des Pfeilerbaues. — 79. Wirtschaftlichkeit des Pfeilerbaues.

b) Der Pfeilerbau in einzelnen Abschnitten (Pfeilerbruchbau im engeren Sinne) 334

80. Grundgedanke. — 81. Oberschlesischer Pfeilerbau. — 82. Pfeilerbruchbau in der Braunkohle.

B. Abbauverfahren mit Unterstützung des Hangenden . . . 340

a) Der Abbau mit Bergeversatz 340

1. Allgemeine Erörterungen 340

83. Vorteile des Einbringens von Versatz. — 84. Bedeutung des Bergeversatzes für den Abbau der Sicherheitspfeiler. — 85. Verschiedene Ausführung des Versatzes. — 86. Die Bedeutung des Bergeversatzes für die Mineralgewinnung. — 87. Beschaffung der Versatzberge. — 88. Bergewirtschaft.

2. Besprechung der einzelnen Abbauarten 348

89. Vorbemerkung.

α) Der Strebbau 348

90. Allgemeines. — 91. Abgrenzung und Einteilung des Baufeldes. — 92. Abbau. — 93. Abbaustrecken. — 94. Strebbau mit wandernden Bremsbergen. — 95. Gewöhnliche Ausführung. — 96. Beschaffung der Versatzberge. — 97. Ausführung im allgemeinen. — 98. Diagonaler Strebbau im Mansfeldschen.

β) Der Firsten- und der Strossenbau auf Erzgängen 356

99. Wesen des Firstenbaues auf Erzgängen. — 100. Treiben des untersten Firstenstoßes. — 101. Abbau der oberen Firsten. Rollenförderung. — 102. Strossenbau.

γ) Abbauverfahren mit geschlossenem Bergeversatz („Rutschenbau") . . 358

103. Erläuterung. — 104. Abbau bei flacher Lagerung. — 105. Abbau bei mittleren Fallwinkeln (Schrägbau). — 106. Abbau bei steiler Lagerung. Firstenbau auf Steinkohlenflözen. — 107. Ausführung des Firstenbaues. — 108. Besonderheiten beim Steinkohlen-Firstenbau.

δ) Abbau mit Bergeversatz in einzelnen Streifen (Stoßbau) 369

109. Wesen und Einteilung. — 110. Gewöhnliches Verfahren. — 111. Verschiedenheiten beim streichenden Stoßbau. — 112. Erhöhung der Förderleistung beim Stoßbau. — 113. Bewetterung beim streichenden Stoßbau. — 114. Schwebender Stoßbau in flachgelagerten Flözen. — 115. Schwebender Stoßbau bei steiler Lagerung.

ε) Abbauverfahren mit Vor- und Rückbau 376

116. Erläuterung. — 117. Ausführung des Pfeilerbaues mit Versatz. — 118. Durchführung (im allgemeinen und im einzelnen).

3. Beurteilung der verschiedenen Abbauverfahren mit Bergeversatz auf Lagerstätten von mäßiger Mächtigkeit und Abgrenzung ihres Anwendungsgebietes . 378

119. Allgemeine Beurteilung der Abbauarten mit Abbaustrecken. — 120. Beurteilung des Rutschenbaues. — 121. Strebbau. — 122. Firsten- und Strossenbau

Digitized by Google

Seite

im Erzbergbau. — 123. Der Abbau in einzelnen Streifen (Stoßbau). — 124. Abbauverfahren mit Vor- und Rückbau. — 125. Zusammenfassung.

4. Besondere Ausbildung einzelner Abbauverfahren für die Gewinnung mächtiger Lagerstätten 385

126. Vorbemerkung.

α) *Der Scheibenbau* 385

127. Begriffsbestimmung. — 128. Allgemeines über den Scheibenbau. — 129. Scheibenbau mit nahezu gleichzeitigem Abbau der einzelnen Scheiben. — 130. Scheibenbau mit Gewinnung der einen Bank unmittelbar nach der anderen. — 131. Scheibenbau mit abschnittweise abwechselndem Abbau in der Unter- und Oberbank. — 132. Rückblick.

β) *Der Stoßbau auf mächtigen Lagerstätten* 391

133. Vorbemerkung. — 134. Streichender Stoßbau.

γ) *Der Abbau in söhligen Scheiben (Querbau)* 392

135. Wesen des Querbaues. Allgemeines. — 136. Beispiele für den Querbau.

5. Der Abbau mit Spülversatz 394

137. Einleitung. — 138. Bedeutung des Spülversatzes für Tagesoberfläche und Grubenbetrieb. — 139. Versatzgut. — 140. Mischungsverhältnis. — 141. Wasserzusatz. — 142. Mischanlagen. Allgemeines. — 143. Ausführung der Mischanlagen im einzelnen. — 144. Spülschächte. — 145. Rohrleitungen. — 146. Krümmer und Verzweigungen. — 147. Abbauverfahren beim Spülversatz. — 148. Verschläge. — 149. Der Spülversatz im Kalisalzbergbau. Allgemeines. — 150. Einiges über die Ausführung des Spülversatzbetriebes im Kalisalzbergbau. — 151. Der deutsche Braunkohlenbergbau und der Spülversatz. — 152. Besondere Arten des Spülversatzes. — 153. Wasserklärung und -hebung. — 154. Kosten des Spülversatzes. — 155. Anwendungsgebiet des Spülversatzes.

b) Der Abbau mit Bergfesten 416

156. Wesen und Anwendungsgebiet. — 157. Die Pfeiler beim Abbau mit Bergfesten.

1. Der Örterbau 417

158. Wesen des Örterbaues. — 159. Örterbau im deutschen Kalisalzbergbau.

2. Der Schachbrettbau 418

160. Wesen des Schachbrettbaues.

3. Der Kammerbau (Weitungsbau) 419

161. Ausführung des Kammerbaues im allgemeinen. — 162. Kammerbau im deutschen Kalisalzbergbau. — 163. Bedeutung des Bergeversatzes beim Kammerbau. — 164. Andere Formen des Kammerbaues. — 165. Größen von Abbaukammern.

Gebirgsbewegungen im Gefolge des Abbaues 424

A. Arten und Auftreten der Gebirgsbewegungen 424

166. Vorbemerkung. — 167. Allgemeiner Verlauf der Bodenbewegungen. — 168. Bedeutung der Einbringung von Bergeversatz. — 169. Bedeutung der Lagerungsverhältnisse. — 170. Allgemeine Beobachtungen über die Senkungsvorgänge an der Erdoberfläche. — 171. Der Verlauf der Bewegungen im Gebirgskörper. — 172. Bergschäden. — 173. Tagebrüche. — 174. Wasserentziehung.

Digitized by Google

Seite

B. Maßnahmen zur Verhütung oder Abschwächung der Gebirgsbewegungen und ihrer Folgen 431

175. Die Sicherheitspfeiler. Vorbemerkung. — 176. Sicherheitspfeiler für den Grubenbetrieb. — 177. Sicherheitspfeiler für die Erdoberfläche. — 178. Nachteile der Sicherheitspfeiler; ihr Ersatz durch andere Maßnahmen.

V. Große unterirdische Räume und ihre Herstellung . . 434

179. Allgemeines. — 180. Gestalt und Abmessungen. — 181. Herstellung großer Räume.

Fünfter Abschnitt.

Grubenbewetterung.

I. Einleitende Bemerkungen 439

1. Begriffsbestimmungen. — 2. Zweck der Grubenbewetterung. — 3. Luftbedarf für die Atmung. — 4. Auftreten und Beseitigung nicht atembarer Gase in den Grubenwettern. — 5. Steigerung der Grubentemperatur mit zunehmender Tiefe. Geothermische Tiefenstufe. — 6. Die Wechselwirkungen zwischen Gebirgstemperatur und Temperatur des Wetterstromes. — 7. Die Verdichtungswärme und die weiteren Gründe für Temperatursteigerungen der Grubenwetter. — 8. Abkühlung der Grubenbaue. — 9. Wetterbedarf.

II. Die Grubenwetter 444

A. Die atmosphärische Luft und deren Bestandteile 444

10. Allgemeines. — 11. Sauerstoff. — 12. Stickstoff. — 13. Wasserdampf. Allgemeines. — 14. Messung des Sättigungsgrades. — 15. Sättigungsgrad des Wetterstromes in der Grube. — 16. Wirkungen des verschiedenen Sättigungsgrades. — 17. Austrocknung des Grubengebäudes. — 18. Kohlensäure. Allgemeines. — 19. Kohlensäure-Erzeugung durch Atmung und Brennen der Lampen. — 20. Kohlensäure-Erzeugung durch Einwirkung des Luftsauerstoffs auf Holz oder Kohle. — 21. Ausströmung der Kohlensäure aus dem Gebirge. — 22. Kohlensäure-Erzeugung bei der Explosion von Sprengstoffen. — 23. Kohlensäure-Erzeugung durch gelegentliche Ursachen. — 24. Gefährdung des Betriebes durch Kohlensäure.

B. Die sonstigen, gelegentlich in Grubenwettern auftretenden Gase . 454

25. Kohlenoxyd. Allgemeines. Entstehung. — 26. Giftigkeit des Kohlenoxyds. — 27. Behandlung bei Kohlenoxydvergiftungen. — 28. Feststellung der Kohlenoxydvergiftung. — 29. Brennbarkeit des Kohlenoxyds. — 30. Schwefelwasserstoff. — 31. Wasserstoff. — 32. Stickoxyd. — 33. Grubengas. Allgemeines. — 34. Entstehung und Vorkommen des Grubengases. — 35. Gasdruck in der Kohle. — 36. Übertritt des Grubengases in die Grubenbaue. — 37. Das regelmäßige Ausströmen des Gases. — 38. Gasentwickelung aus bereits gewonnener Kohle. — 39. Plötzliche Gasausbrüche. — 40. Gasausbrüche, die auf den inneren Gasdruck selbst zurückzuführen sind. — 41. Die Gefahren der Gasausbrüche und ihre Bekämpfung. — 42. Gasausbrüche, die auf den Gebirgsdruck zurückzuführen sind. — 43. Gasausströmungen aus Gebirgsklüften (Bläser erster Ordnung). — 44. Gasausströmungen aus Bruchspalten (Bläser zweiter Ordnung). — 45. Austritt des Grubengases aus dem alten Mann. — 46. Einfluß des Luftdruckes auf die Grubengasentwickelung. — 47. Einfluß des Luftdruckes auf die Explosionsgefahr. —

Digitized by Google

Seite

48. Verhältnis der Gasmenge zur Kohlenförderung. — 49. Beziehungen zwischen Grubengasentwickelung und Beschaffenheit der Kohle. — 50. Verhalten des Grubengases nach der Ausströmung. — 51. Besondere Verfahren zur Beseitigung des Grubengases.

C. Die Schlagwetterexplosion 471

52. Der chemische Vorgang bei der Explosion. — 53. Grenzen der Explosionsfähigkeit. Gefährlichkeit nicht explosibler Gemische. — 54. Explosionstemperatur, Volumen und Druck der Explosionsgase. — 55. Explosionschnelligkeit. — 56. Entzündungstemperatur der Schlagwetter. — 57. Entstehungsursachen der Schlagwetterexplosionen. — 58. Erfolge in der Bekämpfung der Schlagwetterexplosionen. — 59. Beschaffenheit der Explosionschwaden.

D. Mittel zur Erkennung der Schlagwetter 476

60. Analyse. — 61. Schlagwetteranzeiger. — 62. Das Interferometer. — 63. Die Sicherheitslampe als Erkennungsmittel für Schlagwetter. — 64. Besondere Untersuchungslampen.

E. Etwas über die physikalischen Verhältnisse der Grubenwetter . . 480

65. Gewicht der Grubenwetter. — 66. Volumenvermehrung der Grubenwetter.

III. Der Kohlenstaub 482

A. Allgemeines 482

67. Entstehung und Verbreitung des Kohlenstaubes in Steinkohlengruben. — 68. Die Kohlenstaubexplosion. — 69. Gefährlichkeit verschiedener Staubsorten. — 70. Erscheinungen bei Kohlenstaubexplosionen. — 71. Statistik der Kohlenstaubexplosionen.

B. Bekämpfung der Kohlenstaubgefahr 485

72. Einleitende Bemerkungen. — 73. Anwendung des Wassers. — 74. Berieselung. — 75. Ausführung der Berieselungsanlage. — 76. Vor- und Nachteile der Berieselung. — 77. Verwendung des Wassers in Kippgefäßen. — 78. Verwendung von Chlormagnesiumlauge. — 79. Verwendung von Gesteinstaub. Geschichtliches. — 80. Die sichernde Wirkung des Gesteinstaubes und die an seine Beschaffenheit zu stellenden Anforderungen. — 81. Anwendungsarten, Außenbesatz, Bestäubung. — 82. Vollstreuung, Teilstreuung. — 83. Sperren. — 84. Beurteilung. Besondere Vorsichtsmaßnahmen bei Anwendung des Verfahrens. — 85. Explosionsfänge.

IV. Die Bewegung der Wetter 497

A. Der Wetterstrom und seine Überwachung 497

86. Das Wesen des Wetterstromes. — 87. Die Wassersäule als Maßstab für die Druckunterschiede. — 88. Das Gefälle des Wetterstromes. — 89. Messung des Druckgefälles im allgemeinen. — 90. Gewöhnlicher Depressionsmesser. — 91. Selbsttätig schreibender Depressionsmesser. — 92. Multiplikationsdruckmesser. — 93. Geschwindigkeitshöhe, statischer Druck. Anordnung des Depressionsröhrchens im Wetterkanal. — 94. Messung der Stromgeschwindigkeit und der Wettermenge. Einfache Hilfsmittel. — 95. Das Casella-Anemometer und seine Handhabung. — 96. Uhrwerk-Anemometer. — 97. Schalenkreuz. — 98. Wettermeßstellen. — 99. Hydrostatische Geschwindigkeitsmesser (Volumenmesser). — 100. Vorteile der Volumenmesser. — 101. Die Wettermenge rechnerisch betrachtet. — 102. Depression

Digitized by Google

Seite

und Reibungswiderstand in rechnerischer Betrachtung. — 103. Größe der Reibungszahlen. — 104. Beispiel. — 105. Besondere Einflüsse. — 106. Temperament der Grube. — 107. Beispiele. — 108. Gleichwertige (äquivalente) Grubenöffnung, Grubenweite. — 109. Arbeitsleistung für die Wetterbewegung. — 110. Zusammenfassung.

B. Die Mittel zur Erzeugung der Wetterbewegung 517

a) Der natürliche Wetterzug 517

111. Vorbemerkung. — 112. Wirkung des natürlichen Wetterzuges bei Stollengruben. — 113. Wirkungen des natürlichen Wetterzuges auf flache Gruben mit zwei Schächten in gleicher Höhenlage. — 114. Wirkung des natürlichen Wetterzuges auf tiefe Gruben. — 115. Feststellung der Stärke des natürlichen Wetterzuges. — 116. Dampfrohrleitungen als Wetterbewegungsmittel.

b) Die künstliche Wetterbewegung 521

1. Wetteröfen 521

117. Einleitung. Kesseln. — 118. Wetteröfen über Tage. — 119. Wetteröfen unter Tage.

2. Wettermaschinen 522

120. Einleitende Bemerkungen. — 121. Schraubenräder. — 122. Wirkungsweise der Zentrifugalventilatoren oder Schleuderräder. — 123. Bauart im einzelnen. Der Luftstrom im Rade selbst. — 124. Anordnung und Gestalt der Schaufeln. — 125. Einlauf. — 126. Auslauf. — 127. Einzelbesprechung. Geisler-Ventilator. — 128. Hohenzollern-Ventilator. — 129. Pelzer-Ventilator. — 130. Rateau-Ventilator. — 131. Der Capell-Ventilator. — 132. Mechanischer Wirkungsgrad. — 133. Zeichnerische Darstellung des mechanischen Wirkungsgrades. — 134. Durchgangsöffnung. — 135. Theoretische Depression und manometrischer Wirkungsgrad. — 136. Zeichnerische Darstellung des manometrischen Wirkungsgrades. — 137. Kraftbedarf und Grubenweite. — 138. Wettermenge und Grubenweite. — 139. Wettermenge und Ventilator. — 140. Nebeneinanderschaltung zweier Ventilatoren. — 141. Zwei Ventilatoren auf verschiedenen Wetterschächten derselben Grube. — 142. Hintereinandergeschaltete Ventilatoren.

3. Strahlgebläse 540

143. Einrichtung, Wirkung, Vor- und Nachteile.

c) Zusammenwirken der natürlichen und künstlichen Wetterführung 541

144. Ausnutzung des natürlichen Wetterzuges. — 145. Wetterumstellvorrichtung. — 146. Rechnerische Betrachtung des natürlichen Wetterzuges.

V. Führung und Verteilung der Wetter in der Grube . . 544

A. Die Wetterschächte 544

147. Aufstellung des Ventilators unter oder über Tage. — 148. Wahl der saugenden oder blasenden Bewetterung. — 149. Schachtverschlüsse im allgemeinen. — 150. Schachtdeckelverschluß. — 151. Luftschleusenverschluß. — 152. Erweiterte Schleuseneinrichtung. — 153. Schachtwetterscheider. — 154. Nachteile der Schachtwetterscheider. — 155. Lage des Wetterschachtes.

B. Die Verteilung der Wetter im allgemeinen 555

156. Bildung von Teilströmen. — 157. Die Regelung der Stärke der einzelnen Teilströme. — 158. Verstärkung zu schwacher Ströme. — 159. Schwächung zu

Digitized by Google

Seite

starker Ströme. — 160. Wettertüren. — 161. Absperrtüren. — 162. Drosseltüren. — 163. Wetterdämme. — 164. Wetterkreuze. — 165. Wetterriß und Wetterstammbaum.

C. Die Bewetterung der Baue und insbesondere der Streckenbetriebe 563

166. Einleitung.

1. Der Begleitstreckenbetrieb 565

167. Wesen und Durchführung. — 168. Vor- und Nachteile.

2. Bewetterung von Strecken mittels Wetterscheider 566

169. Bedeutung und Anwendbarkeit der Wetterscheider.

3. Bewetterung von Strecken mittels Breitauffahren 568

170. Breitauffahren und Wetterröschen.

4. Bewetterung von Strecken mittels Lutten mit Selbstzug . . 569

171. Anwendung der Lutten für die Bewetterung mit Selbstzug. — 172. Blechlutten. — 173. Die Verbindung der Blechlutten und die Wetterverluste. — 174. Wetterlutten aus Segelleinen. — 175. Papp- und Holzlutten. — 176. Blasende und saugende Luttenbewetterung.

5. Sonderbewetterung 575

177. Vorbemerkung. — 178. Wesen und Anordnung der Sonderbewetterung. — 179. Strahldüsen. — 180. Luttenventilatoren. — 181. Streckenventilatoren. — 182. Sonderbewetterung der Aufbrüche. — 183. Rückblick und Schlußbetrachtung.

6. Besondere Hilfsmittel bei der Bewetterung der Betriebe . . . 583

184. Einzelne Anordnungen.

IV. Das tragbare Geleucht des Bergmanns 584

A. Offene Lampen 584

185. Öllampen. — 186. Azetylenlampen. Allgemeines. — 187. Lampe von Seippel.

B. Sicherheitslampen 586

188. Geschichtliches. — 189. Vorzüge und Nachteile des Benzinbrandes. — 190. Einrichtung der Benzinsicherheitslampe. — 191. Der Drahtkorb. — 192. Doppelkorblampen. — 193. Innere Zündvorrichtung. Die Zündung mittels Zündstreifen. — 194. Cerfunkenzündung. — 195. Magnetverschluß. — 196. Elektromagnetverschlüsse. — 197. Besondere Lampenformen. — 198. Mantellampen. — 199. Schlagwettersicherheit der Sicherheitslampen. — 200. Azetylensicherheitslampen.

C. Elektrische Lampen 598

201. Vorbemerkungen. — 202. Der Bleiplattenakkumulator. — 203. Alkalische Akkumulatoren. — 204. Bleiakkumulatoren mit festem Elektrolyt. — 205. Die Glühbirne und das Schutzglas. — 206. Das Gehäuse. — 207. Ausführungsformen. — 208. Bewährung der elektrischen Lampen.

Sach- und Namenverzeichnis 607

Digitized by Google

Einleitung.

1. — **Begriff der Bergbaukunde.** Die Bergbaukunde ist der Inbegriff aller Lehren und Regeln für die zweckmäßige und wirtschaftliche Ausführung der zur bergmännischen Gewinnung nutzbarer Mineralien erforderlichen Arbeiten.

Eine scharfe Umgrenzung derjenigen Mineralgewinnungen, die als „bergmännische" zu bezeichnen sind, läßt sich nicht geben. Nach unserem Sprachgebrauch beschränkt sich der Begriff des Bergbaubetriebes im allgemeinen auf die Gewinnung solcher Mineralien, die in der Hauptsache unterirdisch vorkommen; bei diesen wird dann, wie z. B. bei Braunkohle und Eisenerzen, auch die Gewinnung unter freiem Himmel (der „Tagebau") als „Bergbau" betrachtet. Jedoch kann man auch die unterirdische Gewinnung derjenigen Mineralien, die, wie Marmor, Dachschiefer, Ton, im wesentlichen den Gegenstand von Steinbrüchen oder Gräbereien bilden, dem Bergbau zurechnen, da sie unter Anwendung besonderer bergmännischer Kunstgriffe zu erfolgen hat.

2. — **Einteilung der Bergbaukunde.** Bezüglich der Einteilung der Bergbaukunde ist vorweg zu bemerken, daß eine gewisse Kenntnis der Arten des Vorkommens von nutzbaren Mineralien, d. h. der Lagerstätten, sowie eine allgemeine Vorstellung von den Naturkräften, die bei der Entstehung und Gestaltung der Lagerstätten und ihres Nebengesteins tätig gewesen sind, für den Bergmann unerläßlich ist und daher ein darüber handelnder Abschnitt hier, obwohl nicht eigentlich zur Bergbaukunde gehörig, vorausgeschickt werden soll. Es ergeben sich dann folgende 10 Hauptabschnitte:

1. Gebirgs- und Lagerstättenlehre,
2. Schürf- und Bohrarbeiten,
3. Gewinnungsarbeiten,
4. Aufschließung und Abbau der Lagerstätten,
5. Grubenbewetterung und -beleuchtung.
6. Grubenausbau,
7. Schachtabteufen[1]),
8. Förderung (und Fahrung),
9. Wasserhaltung,
10. Bekämpfung von Grubenbränden; Atmungsgeräte.

[1]) Das Schachtabteufen wird vielfach unter „Ausrichtung" und „Grubenausbau" behandelt, ist aber wegen der großen Bedeutung, die ihm heutzutage zukommt, hier zu einem selbständigen Abschnitt erhoben worden.

Digitized by Google

Erster Abschnitt.

Gebirgs- und Lagerstättenlehre.

I. Gebirgslehre (Geologie).

3. — **Überblick.** Unsere Erde ist mit größter Wahrscheinlichkeit als ein früher glühend gewesener, jetzt im Erkalten begriffener Weltkörper aufzufassen, dessen Inneres noch eine glühende Masse bildet, während das Äußere zu einer festen Schale, der „Erdrinde", geworden ist. Nun gibt einerseits die Erdoberfläche und dadurch mittelbar auch das Erdinnere noch fortgesetzt Wärme an den umgebenden, außerordentlich kalten Weltenraum ab, und anderseits wirken die Gewässer der Erde und die sie umgebende Lufthülle im Verein mit der nach Tages- und Jahreszeiten fortwährend wechselnden Sonnenwärme unablässig auf die Erdoberfläche ein. Infolgedessen ist die Erdrinde fortgesetzten Veränderungen unterworfen. Von diesen tritt nur ein Teil in der Gestalt von Erdbeben, Bergrutschen, Meereseinbrüchen, Entstehung oder Verschwinden von Inseln, Aufreißen von Spalten und ähnlichen plötzlichen Wirkungen uns lebendig vor Augen, viele andere Veränderungen dagegen entziehen sich wegen ihres sehr langsamen Verlaufes der Beachtung und können nur durch sehr sorgfältige, unter Umständen jahrhundertelang fortgesetzte Beobachtungen ermittelt werden. Hierher gehören allmähliche Küstenverschiebungen, Neubildungen von Ablagerungen in Flüssen, Seen und Meeren (insbesondere auch die Entstehung von Kohlen- und Erzlagerstätten), Abtragungen von Berggipfeln u. a.

Im folgenden soll der Anteil, den die Kräfte des Erdinnern einerseits und die Einwirkung der Atmosphäre (Wasser, Luft und Sonne) anderseits an der Entstehung und Umgestaltung der Erdrinde haben, nach dem heutigen Stande der geologischen Wissenschaft kurz besprochen werden.

A. Die Kräfte des Erdinnern.

4. — **Raumbegriffe.** Um zunächst von den Größenverhältnissen, um die es sich hier handelt, ein einigermaßen zutreffendes Bild zu erhalten, muß man sich klarmachen, daß die Erde einen mittleren Durchmesser von rund 12730 km hat, so daß der höchste Berg der Erde, der 8840 m hohe Gaurisankar in Vorderindien, im Verhältnis zur Erdkugel nicht größer

Digitized by Google

ist als eine Erhöhung von Kirschkerngröße auf einer Kugel von 10 m Durchmesser und das tiefste bisher niedergebrachte Bohrloch (bei Fairmont in West-Virginien, 2311 m tief) nur einem Eindruck in diese Kugel von der Länge eines kleinen Zündholzköpfchens entspricht. Die ganze Erdrinde selbst stellt, wenn man ihre Stärke zu 300 km[1]) annimmt, im Verhältnis zum Erddurchmesser eine Schicht dar, die vergleichbar ist der 2 mm starken Wandung eines Gummiballes von etwa 8 cm Durchmesser; sie hat also trotz ihrer an sich gewaltigen Mächtigkeit den Kräften des Erdinnern nur einen verhältnismäßig geringen Widerstand entgegenzusetzen.

5. — **Zeitbegriffe.** Die Größe der Zeiträume, die wir für die Bildung und Umformung der Erdrinde annehmen müssen, übersteigt unsere Vorstellungskraft. Sie kann, da sichere Unterlagen fehlen, auch nicht angenähert berechnet werden, und die Schätzungen des Alters der Erdrinde schwanken demgemäß zwischen etwa 50 und 600 Millionen Jahre. Um aber wenigstens eine gewisse Vorstellung von den Altersverhältnissen der einzelnen Schichtfolgen (vgl. S. 12) zu geben, ist in Abb. 1 die Länge der Erdgeschichte durch diejenige eines Tages veranschaulicht worden. Die Darstellung stützt sich auf die Berechnungen von Strutt, denen die an eine bestimmte Zeitdauer gebundene Bildung von Helium in den Mineralien zugrunde gelegt ist[2]). Das Alter der Erdrinde ist mit 400 Millionen Jahren angenommen worden.

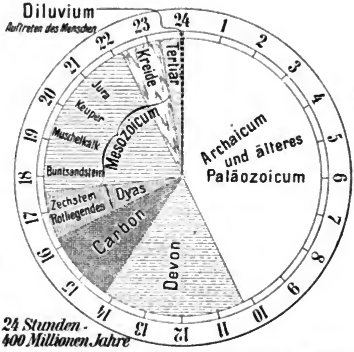


Abb. 1. Veranschaulichung der geologischen Zeiträume.

6. — **Die Gebirgsbildung als Folge der Abkühlung der Erde.** Der glühende Erdkern mußte im Verlauf sehr langer Zeiträume durch unausgesetzte Abgabe großer Wärmemengen an den kalten Weltenraum sich mehr und mehr abkühlen und dementsprechend zusammenziehen. Dadurch entstanden in der bereits fest gewordenen Erdrinde, die durch die Schwerkraft ständig nachzusinken gezwungen, durch ihr starres Gefüge aber an diesem Nachsinken gehindert wurde, gewaltige Spannungen, denen schließlich die Gesteinschichten trotz ihrer Festigkeit nachgeben mußten. Dieses Nachgeben, also die Auslösung dieser Spannungen, wurde durch die Faltung der Gebirgschichten und durch das Aufreißen mächtiger Spalten mit

[1]) Die meisten Schätzungen für die Dicke der Erdrinde schwanken zwischen 40 und 500 km.

[2]) E. Kayser, Lehrbuch der Allgemeinen Geologie, (Stuttgart, Enke), 4. Auflage, 1912, S. 64.

Digitized by Google

anschließender **Schollenbildung** ermöglicht. Beide Vorgänge werden durch Abb. 2 veranschaulicht.

Wie bedeutend der Erdumfang durch die Faltung verringert werden kann, zeigt das Beispiel der Alpenkette, für deren Emporwölbung man eine Verkürzung von 120 km ausgerechnet hat.

Die entstandenen einzelnen Schollen konnten sich gegeneinander verschieben. In der Hauptsache sanken sie naturgemäß nach dem Erdinnern zu ein (*b*, *d* und *e* in Abb. 2); jedoch konnten auch Schollen (*c*) durch den Druck der benachbarten Gebirgskörper in die Höhe gepreßt werden.

Faltung und Schollenbildung haben einen großen Einfluß auf die Gestaltung der Erdoberfläche ausgeübt, indem durch beide Vorgänge der größte Teil der Gebirge geschaffen wurde. Schollen, deren Nachbarschollen in die Tiefe gesunken sind, bilden vielfach Bergrücken und sogar ganze Gebirge, während umgekehrt eingesunkene Schollen Talsenkungen darstellen. So z. B. sind der Harz und der Thüringerwald große, ringsum von Bruchlinien be-

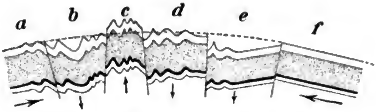


Abb. 2. Falten- und Schollenbildung.

grenzte, stehengebliebene Schollen, und das Rheintal von Basel bis Bingen ist als eine gewaltige abgesunkene Scholle aufzufassen, deren Schichten zwischen den Nachbarschollen der Vogesen einerseits und des Schwarzwaldes anderseits sowie der nach Norden anschließenden Gebirge in die Tiefe gesunken sind.

Noch größer sind die durch **Faltung** der Erdrinde erzeugten Höhenunterschiede. Unsere höchsten Gebirge sind auf diese Weise geschaffen worden, insbesondere die als „Falten- oder Kettengebirge" bezeichneten Gebirgszüge der Alpen, der Pyrenäen, der Anden, des Himalaja. Jedoch bleiben diese Erhöhungen nicht bestehen, werden vielmehr durch die unten des näheren zu schildernde Tätigkeit von Wasser und Luft im Laufe der Jahrtausende nach und nach wieder abgetragen und in „Mittelgebirge" umgewandelt, so daß man im großen und ganzen sagen kann, daß die höchsten Gebirge auch die jüngsten sind. Ein gutes Beispiel für ein altes, durch die Abtragung in ein flachkuppiges Gelände umgewandeltes Gebirge liefert das Rheinische Schiefergebirge. Solche Gebirge, die nur als Überrest alter Hochgebirge zu betrachten sind, werden daher auch „Rumpfgebirge" genannt.

Bergmännische Bedeutung gewinnen die vorstehend geschilderten Höhenunterschiede vorzugsweise dadurch, daß die Gipfel und Rücken der Gebirge mit den in ihnen etwa eingeschlossenen Lagerstätten in verstärktem Maße der Abtragung unterliegen, wogegen die Täler nicht nur dieser mehr entzogen sind, sondern auch die Ablagerung jüngerer Schichten gestatten. Besonders tritt dieser Unterschied bei den „Horsten" und „Gräben" hervor, wie weiter unten (Ziff. 35) noch besonders erläutert werden soll.

Digitized by Google

Durch die gewaltigen Kräfte, die bei den geschilderten Schrumpfungsvorgängen in der Erdrinde in Erscheinung treten, sind zu den großen Hauptbruchspalten noch zahllose andere Klüfte hinzugesellt worden, deren Größe zwischen meilenlangen Rissen und feinsten Haarrissen schwankt und die teils in der Druckrichtung, teils senkrecht zu ihr aufgerissen wurden.

7. — **Erdbeben.** Bei der Größe der Kräfte, die in den Schrumpfungsvorgängen zur Entfaltung kommen, kann es nicht wundernehmen, daß vielfach sehr heftige Begleiterscheinungen in ihrem Gefolge auftreten. Hierhin ist z. B. ein großer Teil der Erdbeben zu rechnen, nämlich diejenigen, die durch die Erschütterung beim Aufreißen von Gebirgspalten hervorgerufen werden. Der Geologe bezeichnet diese Erdbeben, weil durch die gebirgsbildenden (tektonischen) Kräfte verursacht, als „tektonische Erdbeben". Derartige Erderschütterungen in kleinerem Maßstabe sind gerade für den Steinkohlenbergmann nichts Außergewöhnliches, da sie beim Abbau von Steinkohlenflözen in Gestalt von zitternden Gebirgsbewegungen infolge Aufreißens von Bruchspalten in dem seiner Unterstützung beraubten Hangenden häufig auftreten. Diese Erschütterungen werden vom Ruhrkohlenbergmann als „Knälle" bezeichnet. Sie können bei größerer Ausdehnung der unterirdischen Hohlräume den Umfang von kleinen Erdbeben annehmen; es sei nur auf das mehrere Kilometer im Umkreise verspürte „Recklinghausener Erdbeben" vom Juli 1899 verwiesen.

Zwei andere wichtige Arten von Erdbeben sind die „Einsturzbeben", die durch die Erschütterungen beim Absinken von Gebirgschollen in große unterirdische Hohlräume verursacht werden, und die „vulkanischen Erdbeben", deren Ursachen in Gas- und Dampfexplosionen im Anschluß an vulkanische Ausbrüche zu suchen sind.

8. — **Vulkanismus.** Weiterhin gehören zu den mit der Zusammenziehung des Erdkerns und der Schrumpfung der Erdrinde verbundenen Begleiterscheinungen die vulkanischen Vorgänge. Früher betrachtete man diese, da sie sich der sinnlichen Wahrnehmung aufs lebhafteste aufdrängen, als die hauptsächlich treibenden Kräfte, führte also alle großen Veränderungen innerhalb der Erdrinde auf sie zurück. Jetzt dagegen sieht man sie im allgemeinen als Folge-Erscheinungen an, indem man von der Vorstellung ausgeht, daß alle großen Bruchspalten, die in der vorhin geschilderten Weise aufgerissen werden, die bequemsten Verbindungen zwischen dem glühenden Erdinnern und der Erdoberfläche darstellen und daß infolgedessen auf solchen Spalten am leichtesten die glühenden Massen und heißen Dämpfe des Erdinnern an die Oberfläche empordringen können.

Die stärksten vulkanischen Erscheinungen sind die Ausbrüche selbst, bei denen glutflüssige Gesteinsmassen (Lava) ausgestoßen und gleichzeitig große Mengen zerstäubter Schmelzmassen („Asche"), mit Gesteinsbrocken untermischt, ausgeworfen werden. Die ausfließende Lava erstarrt je nach dem Grade ihrer Dünnflüssigkeit, nach ihrem Gehalt an Wasserdampf und nach der Beschaffenheit der Erdoberfläche an der Auswurfstelle zu Strömen, Kuppen oder Decken, während die Aschenmassen als „Aschenregen" niederfallen und später durch mineralische Bindemittel wieder zu lockeren, porösen Gesteinen (Tuffen) verfestigt werden können (vgl. S. 11). — Schwächere

Digitized by Google

Vorgänge vulkanischer Natur, die das allmähliche Erlöschen der vulkanischen Tätigkeit bezeichnen und daher sich vielfach in Gegenden beobachten lassen, in denen das Auswerfen von Lava und Asche seit langer Zeit aufgehört hat, sind: heiße Quellen (bei Aachen, Wiesbaden, Karlsbad u. a.), Aufsteigen heißer Gase und ganz zuletzt Entwickelung von Kohlensäure (Kohlensäureindustrie von Selters, Remagen, Gerolstein usw.).

B. Die Einwirkung der Atmosphäre.

9. — **Allgemeine Bedeutung und Kreislauf des Wassers.** Während es im Innern der Erde in erster Linie die Wärme ist, die mittelbar oder unmittelbar gestaltend und umgestaltend auf die Erdrinde einwirkt, wird von oben her die Erdoberfläche hauptsächlich durch das Wasser in den verschiedensten Erscheinungszuständen — als Regen, Schnee, Eis, als Bach, Fluß, See, Meer — fortwährend verändert, wobei Kräfte, die an sich geringfügig sind, durch unausgesetzte, jahrtausendelange Wiederholung schließlich gewaltige Wirkungen hervorbringen.

Das Wasser fällt aus der die Erdkugel umgebenden Lufthülle in Gestalt von Tau, Regen, Schnee, Eis und Hagel auf die Erdoberfläche nieder. Von diesen Niederschlägen verdunstet ein Teil wieder, ein zweiter Teil fließt oberflächlich ab, während der Rest in die Erdrinde eindringt und zahlreiche Quellen speist. Diese vereinigen sich mit dem oberflächlich abfließenden Wasser zu Bächen, dann zu Flüssen und Strömen, um als solche dem Meere zuzuströmen und dabei infolge der verdunstenden Wirkung von Sonne und Wind fortgesetzt wieder Wasser in Gestalt von Wasserdampf an die Atmosphäre abzugeben. (Vgl. Ziff. 17.)

10. — **Verwitterung.** Schon die Durchtränkung der obersten Erdschichten mit Feuchtigkeit durch die Niederschläge hat wichtige Folgen, da sie auf eine Zersetzung des anstehenden Gesteins langsam, aber sicher hinarbeitet. Diese Wirkung äußert sich namentlich im Hochgebirge, wo die Gesteinschichten wenig oder gar nicht von schützendem Erdreich bedeckt sind und auf der anderen Seite der Wechsel zwischen Hitze und Kälte und damit zwischen Ausdehnung und Zusammenziehung des Gesteins häufig und schroff ist. Sie wird unterstützt durch den Gehalt an Sauerstoff, Kohlensäure und organischen Säuren (Humussäuren), den das Wasser in den meisten Fällen aufweist und durch den es auch chemisch zersetzend auf das Gestein einwirkt. Ganz besonders aber ist es der Frost, der den Zerfall der jeweils obersten Schichten beschleunigt, indem durch die beim Gefrieren des Wassers entstehende Ausdehnung der Verband der Gesteinschichten mehr und mehr gelockert wird und schließlich große und kleine Stücke und Blöcke abgesprengt und ins nächste Tal gestürzt werden. Dort werden sie von den Gebirgsbächen, namentlich wenn diese infolge größerer Regengüsse stark angeschwollen sind, mitgerissen und den Flüssen zugeführt, die sie nach und nach dem Meere zutragen. Auf diesem langen Wege werden die abgesprengten Gesteinstücke fortgesetzt zerkleinert und immer mehr zu runden Geröllstücken abgerollt, deren Größe naturgemäß nach dem Unterlauf der einzelnen Wasserläufe hin mehr und mehr abnimmt, so daß aus den ursprünglichen, groben Blöcken nacheinander Grobkies (Grand), feiner Kies, Sand und schließlich Schlamm gebildet wird.

Digitized by Google

11. — **Erosion.** Zu dem durch die Verwitterung in die Bach- und Flußläufe gelangten Gesteinschutt gesellen sich die von diesen Wasserläufen in ihrem Bette selbst fortwährend losgenagten Teile. Alle diese großen, kleinen und kleinsten Gesteinstrümmer aber helfen ihrerseits wieder den Wasserläufen, sich immer tiefer in ihren Untergrund einzuschneiden und so an Bergabhängen auch immer weiter rückwärts vorzudringen. Man hat diese unablässige Tätigkeit der Gebirgswasser treffend mit derjenigen einer Säge verglichen. Dieses langsame, aber stetige Einschneiden von Tälern wird

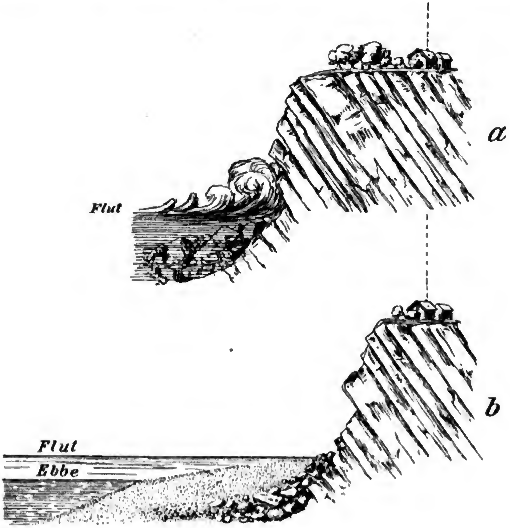


Abb. 3. Vordringen des Meeres gegen Steilküsten.

als „Erosion" (Talfurchung) bezeichnet. Die Talfurchung ihrerseits schafft wiederum immer neue Angriffsflächen für die Verwitterung.

12. — **Meeresbrandung und marine Abrasion.** Dazu tritt nun noch die gewaltige Tätigkeit des Meeres, das fortgesetzt mit der Zerstörung der Küsten beschäftigt ist, indem es (Abb. 3) diese durch den Wellenschlag der Brandung unterhöhlt, bis die gebildeten Hohlräume zusammenstürzen, und darauf wieder neue Höhlungen auswäscht. Unterstützt wird diese zernagende Tätigkeit der Brandung durch die zertrümmerten Gesteinsmassen selbst, die stoßend, schleifend und mahlend wirken. Auf diese Weise verschiebt sich dort, wo nicht der Mensch abwehrend eingreift, die Strandlinie allmählich

Digitized by Google

landeinwärts (s. Abb. 3*b*), und aus steilen und felsigen Küsten wird im Laufe der Zeit flacher Meeresboden.

Bleibt nun die Grenze zwischen Land und Meer dieselbe, so erlahmt der Stoß der Brandung gegen die Steilküste infolge der starken Reibung auf der flachen Strandterrasse immer mehr, so daß die Verschiebung der Strandlinie langsam zum Stillstand kommt. Findet aber gleichzeitig durch anderweitige Ursachen eine langsame Senkung des Festlandes oder Hebung des Meeresspiegels statt, so dringt die Meeresbrandung immer wieder von neuem vor, und es können schließlich ganze Gebirgszüge durch diese Tätigkeit des Meeres abgetragen werden. Man bezeichnet diese Abtragung als „marine (d. h. durch das Meer verursachte) Abrasion".

13. — **Unterirdische Tätigkeit des Wassers.** Ein anderer Teil des durch Niederschläge auf die Erdoberfläche gelangten Wassers sucht unterirdische Wege und wäscht auf diesen vielfach im Laufe sehr langer Zeiträume große schluchten- und kammerartige Hohlräume aus. Diese Tätigkeit des Wassers macht sich besonders dort bemerklich, wo das Gebirge der Wasserbewegung wenig Widerstand entgegensetzt, also in erster Linie da, wo natürliche Gebirgspalten vorhanden sind, oder im Kalkgebirge, da der Kalkstein leicht durch kohlensäurehaltiges Wasser aufgelöst wird und daher sehr zur Höhlenbildung neigt (Dechenhöhle, Baumannshöhle, Adelsberger Grotte usw.).

14. — **Gletscher.** Eine bedeutsame Rolle spielt auch das Eis in der Erdgeschichte. Das aus ungeschmolzenen Schneemassen sich immer von neuem bildende, mächtige Gletschereis der Hochgebirge bewegt sich infolge der durch den Druck bewirkten Schmiegsamkeit (Plastizität) langsam talabwärts und greift dabei sowohl die seitlichen Talgehänge als auch die Talsohle stark an. Die letztere wird um so stärker zerstört, als die vom Gletscher losgebrochenen und von ihm mit fortgeschobenen Gesteinstücke unter dem gewaltigen Druck der Eismasse wie ein mächtiger Hobel wirken. So bleiben schließlich glatt geschliffene, von zahllosen Ritzspuren („Gletscherschrammen") durchfurchte Gesteinsflächen sowie Wälle („Moränen") von Gesteinstrümmern und einzelne mächtige, vom Eis mitgeschobene Blöcke („Findlinge" oder „erratische Blöcke") als Zeugen einer früheren Vergletscherung eines Landstriches übrig.

15. — **Denudation.** Die Gesamtheit der zerstörenden Wirkungen von Talfurchung, Verwitterung, Eisabschliff und Windangriff (s. Ziff. 17) auf die Erdoberfläche wird unter der Bezeichnung Denudation (Abtragung) zusammengefaßt. Die Abtragung arbeitet den gebirgsbildenden Kräften des Erdinnern fortgesetzt entgegen; sie ist stets am Werke, die von diesen geschaffenen Höhenunterschiede wieder einzuebnen. Durch ihre Wirkung werden die höchsten Berggipfel und Bergrücken fortgesetzt abgetragen und schließlich im Laufe der Jahrtausende ganze Gebirge zu Sand- und Tonschlamm zermahlen und dem Ozean zugeführt.

16. — **Neubildungen durch Wasser.** Der zerstörenden Wirkung des Wassers steht seine neubildende Kraft gegenüber. Die mitgeführten Gesteinsmassen werden ja nicht vernichtet, sondern immer wieder abgelagert, sobald die Geschwindigkeit der Strömung zu ihrer weiteren Beförderung nicht mehr ausreicht. So können sich Fluß-, See- und Meeresablagerungen in mannigfacher Gestalt, Mächtigkeit und Korngröße bilden, und aus ihrem

Digitized by Google

gröberen oder feineren Korn kann auf die größere oder geringere Stärke der Wasserbewegung zur Zeit ihres Absatzes geschlossen werden.

Ebenso geht auch bei den unterirdischen Wasserläufen mit der zerstörenden die wiederaufbauende Tätigkeit des Wassers Hand in Hand: die im Laufe langer Zeiträume ausgewaschenen sowie die infolge anderer Ursachen im Gebirge gebildeten Hohlräume werden vielfach durch Mineralien wieder ausgefüllt, welche die Gebirgswasser durch Auslaugung anderer Gebirgsteile in sich aufgenommen haben, später aber infolge mannigfach verwickelter chemischer Vorgänge wieder ausfallen lassen mußten.

17. — **Einwirkung der Luft.** Im Vergleich zu den Wirkungen des Wassers treten diejenigen der Luft weniger hervor, wenngleich sie von weit größerer Bedeutung sind, als man auf den ersten Blick annehmen möchte. Die Luft wirkt einesteils chemisch, indem sie ihren Gehalt an Sauerstoff und Kohlensäure an die Niederschlagswasser abgibt, andernteils und vorzugsweise mechanisch als Wind. Die unmittelbare Wirkung des Windes kommt besonders dort zur Geltung, wo er ungehindert seine volle Kraft entfalten kann, also an Meeresküsten und in weiten, trockenen Steppen und Wüsten. Sie äußert sich in der allmählichen Zerstörung anstehender Felsmassen (durch eine Art Sandstrahlgebläse) und in der Anhäufung mächtiger Staubablagerungen an geschützten Stellen (Entstehung des als „Löß" bezeichneten Lehms), sowie in dem Auftürmen und allmählichen, aber unaufhaltsamen Vorschieben von großen Sandhügeln (Wanderdünen). Die mittelbare Tätigkeit des Windes besteht zunächst in der Aufsaugung und Fortführung gewaltiger Wassermassen in Gestalt von Wasserdampf, wodurch namentlich zwischen den Meeren einer- und den Hochgebirgen anderseits eine fortgesetzte Verbindung hergestellt wird. Die durch die Verdunstung dem Meere entzogenen Wassermengen werden so von den Winden den Gebirgen zugeführt, an deren hohen und kalten Gipfeln sie sich als Regen, Schnee usw. wieder abscheiden, um von neuem ihren Kreislauf anzutreten. Eine andere wesentliche mittelbare Wirkung des Windes ist die Erzeugung der Meeresbrandung an den Küsten, der ein erheblicher Anteil an den Veränderungen der Erdoberfläche beizumessen ist.

18. — **Bedeutung der Sonnenbestrahlung.** Alle diese in Wasser und Luft schlummernden Kräfte aber werden im letzten Grunde entfesselt durch die Sonne, die im Verein mit der geneigten Stellung der Erdachse zur Erdbahn den Wechsel der Tages- und Jahreszeiten und den Unterschied der verschiedenen geographischen Breiten veranlaßt und dadurch die fortgesetzte Störung des Gleichgewichtszustandes in der Atmosphäre mit all ihren unberechenbaren Wirkungen herbeiführt, den Ausgleich von Wärme und Kälte zwischen den verschiedensten Örtlichkeiten durch die Winde ermöglicht, den Kreislauf des Wassers durch Verdunstung auf der einen und Niederschlagung auf der anderen Seite unausgesetzt in Bewegung erhält usw.

C. Die Zusammensetzung der Erdrinde (Gesteinslehre).

19. — **Haupteinteilung.** Die Wechselwirkung zwischen den im Erdinnern und den an der Erdoberfläche waltenden Kräften hat zum Aufbau der Erdrinde aus zwei Hauptarten von Gesteinen geführt, nämlich solchen, die aus dem schmelzflüssigen Zustande erstarrt, und solchen, die vom Wasser

Digitized by Google

abgesetzt worden sind. Dieser verschiedenartigen Entstehung beider Gesteinsarten gemäß sind die aus Schmelzfluß erstarrten Gesteine nicht geschichtet, wogegen bei der größten Mehrzahl der durch Absatz entstandenen Gesteine eine deutliche Schichtung ausgebildet ist. Für die bergmännische Gewinnung ist dieser Gegensatz von großer Bedeutung. Eine Mittelstellung nehmen die „kristallinen Schiefer" ein, deren Entstehung nicht völlig geklärt ist. Hierhin gehören der Gneis und der Glimmerschiefer, die den ältesten Teil der Erdrinde bilden (vgl. die Übersicht auf S. 12).

20. — **Erstarrungsgesteine.** Die Gesteine der ersten Gruppe (Erstarrungs-, Eruptiv- oder vulkanische Gesteine) zeichnen sich naturgemäß durch das Fehlen von Versteinerungen aus. Sie bilden an der Erdoberfläche je nach den zur Zeit ihrer Entstehung obwaltenden Verhältnissen (Ziff. 8) Ströme, Kuppen (Abb. 4) oder Decken, während sie im Erdinnern vorzugsweise als Gänge oder Stöcke auftreten, die vielfach (Abb. 4) die Fortsetzung der oberirdischen Vorkommen nach unten hin bilden. Die fehlende Schichtung wird bei diesen Gesteinen ersetzt durch Absonderungsklüfte, die infolge der Zusammenziehung beim Erstarren sich gebildet und zu einer plattigen oder säulenförmigen Absonderung geführt haben. Letztere Erscheinung, an die prismatisch-stengeligen Bruchstücke des Steinkohlenkoks erinnernd, findet sich besonders deutlich beim Basalt, der durch Absonderung in 5–6seitige Säulen gekennzeichnet wird. Als ein weiteres, sehr wichtiges Erstarrungsgestein ist der Granit zu nennen, der meist aus einer bedeutend älteren Periode der Erdgeschichte stammt als der Basalt. Ferner gehören hierher: der Diabas (Grünstein), der Melaphyr mit seiner blasigen Abart, dem „Mandelstein", und die verschiedenen Porphyrarten.

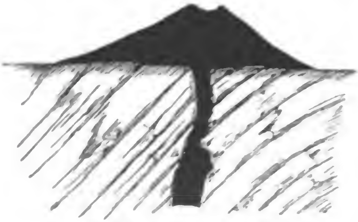


Abb. 4. Eruptivgang mit Kuppe.

21. — **Schichtgesteine.** Die der zweiten Gruppe angehörigen „Schichtgesteine" („Sedimente", „abgelagerte Gesteine") sind in der Hauptsache aus dem Wasser abgesetzt worden. Die größte Rolle unter diesen Ablagerungen spielen die mechanischen Ablagerungen, die durch einfache Wirkung der Schwerkraft abgesetzt wurden, indem sie als Ergebnis der zerstörenden Wirkung des Wassers in diesem enthalten waren. Sie konnten später durch den Gebirgsdruck und die verkittende Wirkung von kieseligen oder kalkigen u. dgl. Lösungen zu mehr oder weniger harten Gesteinen umgeschaffen werden. Derartige, auch als „Trümmergesteine" bezeichnete Gesteine sind der Sandstein, die Grauwacke, der Sand- und Tonschiefer, der Mergel, das Konglomerat usw. Als noch nicht verfestigte Ablagerungen gehören hierher Sand-, Kies- und Tonlager u. dgl.

Seltener sind Schichtgesteine auf chemischem Wege zur Ablagerung gekommen, indem mineralhaltige Wasser durch Abkühlung, durch Verdun-

Digitized by Google

stung oder durch die Wechselwirkung mit anderen Minerallösungen zur Ausscheidung eines Teils ihres Mineralgehaltes veranlaßt wurden. Auf diesem Wege haben sich z. B. Salz- und Gipslagerstätten und manche Kalkablagerungen gebildet. In weiterem Sinne gehören auch die Ablagerungen von Kalkspat, Quarz, Schwerspat, Erzen aller Art u. dgl. in Gebirgsklüften und sonstigen Hohlräumen hierher.

Eine dritte Gruppe von Schichtgesteinen stellen die organischen Ablagerungen dar. Die für den Bergmann wichtigsten Ablagerungen dieser Gattung sind diejenigen der mineralischen Brennstoffe (s. Ziff. 54 u. f.), deren Hauptvertreter die Stein- und Braunkohle sind. Andere organische Absätze werden durch wasserbewohnende pflanzliche und tierische Lebewesen gebildet, welche die Fähigkeit besitzen, die in Lösung gehaltenen Mineralien dem Wasser zu entziehen und zum Aufbau eines schützenden Kalk- oder Kieselgerüstes zu verwenden. Auf diese Weise sind an den verschiedensten Stellen der Erde durch die Bautätigkeit der Korallen mächtige Massenkalke gebildet worden, während in anderen Gegenden durch Häufung zahlloser winziger Kalk- oder Kieselgerüste mächtige Bänke von Kalkstein, Kreide (Rügen) und Infusorienerde (Lüneburg, Berlin) entstanden sind.

Von geringerer Bedeutung sind die Luftablagerungen, die sich aus windbewegten Staubmassen abgesetzt haben oder als vulkanische Auswürflinge („Aschen" und die aus ihnen durch verkittende Bindemittel entstandenen „Tuffe") niedergefallen sind. Das berühmteste Beispiel einer solchen Aschen- und Tuffdecke ist diejenige, unter der seit 79 n. Chr. die römischen Städte Herculanum und Pompeji begraben liegen. Für uns haben die größte Wichtigkeit die Ablagerungen gleicher Art am Mittelrhein, in der Gegend von Andernach, Brohl, Engers, Vallendar, die heute den Gegenstand einer blühenden Traß- und Schwemmsteinindustrie bilden.

Als Erzeugnis von Staubstürmen in wasserarmen Steppenlandschaften wird der „Löß" (s. Ziff. 17) angesehen.

In den mächtigen Schichtenfolgen von Ablagerungen, die einen großen Teil der Erdrinde aufbauen, wird eine Anzahl größerer Alterstufen, sog. „Formationen", unterschieden, bei deren Abgrenzung gegeneinander in erster Linie die in ihnen enthaltenen Versteinerungen maßgebend gewesen sind. Eine Zusammenstellung dieser Formationen nebst den bemerkenswertesten nutzbaren Mineralvorkommen gibt die Übersichtstafel auf S. 12. Wie diese gleichzeitig erkennen läßt, werden die Formationen gruppenweise in große geologische „Perioden" zusammengefaßt, während sie ihrerseits wieder im einzelnen in „Stufen" zerlegt werden. Es liegt aber in der Natur der Sache, daß die Grenzen zwischen den einzelnen Stufen sich vielfach nicht genau festlegen lassen.

22. — Lagerungsverhältnisse verschiedener Schichtenfolgen unter sich. Sind die Schichtenfolgen verschiedener Alterstufen in ununterbrochener Aufeinanderfolge abgelagert worden, so daß sie von allen späteren Veränderungen gemeinsam betroffen worden sind (Schichten *a—e* und *f—k* in Abb. 5), so besteht zwischen ihnen „Konkordanz". Ist dagegen zwischen der Ablagerung zweier Schichtfolgen (*e* und *f* sowie *k* und *l* in Abb. 5) eine längere

Digitized by Google

Die geologischen Formationen.

Haupt-Perioden:	Einteilung im ganzen	Einteilung im einzelnen	Die wichtigsten Mineralvorkommen
Neuzeit (Känozoische Periode)	Quartär	Alluvium Diluvium	Torf, Raseneisenerze, Gold-, Platin-, Zinn- und Edelstein-Seifen
	Tertiär	Pliocän	Stein- u. Kalisalz in Galizien
		Miocän	Deutsche u. böhmische Braunkohle
		Oligocän	Deutsche und böhmische Braunkohle; Bernstein im Samland; Bohnerz in Süddeutschland; Erdöl im Elsaß; Stein- u. Kalisalze im Elsaß und in Baden
		Eocän	Vereinzelte Braunkohlenflöze
Mittelalter (Mesozoische Periode)	Kreide	Senon	Schreibkreide auf Rügen
		Turon Cenoman Gault Neocom	Brauneisenerze (Peine), Phosphorite
		Wealden	Steinkohle Deister-Bückeberge
	Jura	Malm oder weißer Jura	Asphalt bei Hannover
		Dogger od. braun. Jura	Minette in Lothringen-Luxemburg
		Lias oder schwarzer Jura	Steinkohle in Ungarn; Ölschiefer in Württemberg
	Trias	Keuper	Steinsalz in Lothringen
		Muschelkalk	Zinkerze in Oberschlesien; Steinsalz bei Erfurt u. in Baden u. Württemberg; Kalk bei Rüdersdorf
		Buntsandstein	Bleierz bei Mechernich; Steinsalz in Norddeutschland
Altertum (Paläozoische Periode)	Perm (Dyas)	Zechstein	Kupfererze bei Eisleben; Stein- und Kalisalze in Mittel- u. Norddeutschl.
		Rotliegendes	Steinkohlen im Plauenschen Grunde bei Dresden sowie in Thüringen
	Karbon	Oberkarbon (produktives Karbon)	Die meisten Steinkohlen der Erde
		Unterkarbon (Kulm bzw. Kohlenkalk)	Blei- und Zinkerze im Harz, bei Selbeck, Velbert, Aachen u. a.
	Devon	Ober-, Mittel- und Unterdevon	Eisenerze im Siegerland u. in Nassau; Erzlager im Rammelsberg; Erdöl in Amerika; Golderze in Transvaal
	Silur	Ober-, Mittel- und Untersilur	Alaunschiefer in Deutschland und England; Griffelschiefer in Thüringen; Eisenerze am Oberen See (Nordamerika)
	Kambrium	Ober-, Mittel- und Unterkambrium	Alaunschiefer in Thüringen
Urzeit (Proterozoische Per.)	Algonkium	—	Kupfererze am Oberen See
Urzeit (Archäische Periode)	Urschief.-formation	Phyllitformation Glimmerschieferform.	Grafit, Marmor, Eisenerz in Schweden; Zinn im Erzgebirge; Blei-, Zink- und Kupfererze bei Freiberg i./Sa.
	Urgneisformation	Obere und untere Urgneisformation	

Digitized by Google

Zeit verstrichen, so daß vor Ablagerung der jüngeren Schichten beträchtliche Veränderungen (Faltung, Verwerfungen, Talfurchung, Abtragung) in den älteren Schichten vor sich gehen konnten, so liegen die jüngeren Schichten „diskordant“ auf den älteren. Ein vorzügliches Beispiel für Diskordanz liefert die Überlagerung des westfälischen Steinkohlengebirges (S. 50 u. f.) durch den Kreidemergel (Abb. 1 auf d. Tafel neben S. 58).

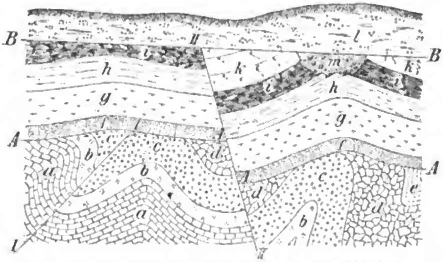


Abb. 5. Schichtenfolge mit 2 diskordanten Auflagerungen *A—A* und *B—B*.

D. Die Einwirkung der Erdrindenschrumpfung auf die Schichtgesteine.

23. — Allgemeines. Die unausgesetzten, langsamen Bewegungen in der Erdrinde haben die gebildeten Gesteine zu mannigfachen, mehr oder weniger beträchtlichen Lageveränderungen gezwungen. Wir finden die Gesteine daher in zahllosen Fällen in einer gegenüber ihrer ursprünglichen Lage wesentlich veränderten Stellung und können ebenso häufig auch eine vollständige Unterbrechung ihres früheren Zusammenhanges feststellen.

Untergeordnet treten kleinere Faltungserscheinungen auch infolge anderer Ursachen auf: so die im Salzgebirge häufigen Stauchungen infolge der Wasseraufnahme des Anhydrits, ferner die Zusammenschiebung von Schichten in der Nähe der Erdoberfläche durch den Druck von Gletschermassen.

a) Schichtenbiegung (Faltung).

24. — Grundbegriffe. Eine söhlig oder nahezu söhlig abgelagerte, von mächtigen Gebirgsmassen überlagerte Gebirgschicht, die einem starken Seitendrucke ausgesetzt wird, kann, wie z. B. das bekannte „Quellen“ des Liegenden in Steinkohlengruben beweist, diesem Drucke trotz ihres starren Gefüges bis zu einem gewissen Grade nachgeben, ohne zu brechen. Daher kann seitlicher Druck die Erscheinung der Faltung (Ziff. 27), d. h. der Zusammenstauchung von Schichten zu welligen Biegungen, nach sich ziehen.

Eine gefaltete Schicht, z. B. ein Kohlenflöz, bietet, für sich allein betrachtet, das Bild einer Hügellandschaft. Man vergleicht eine solche Schicht wohl mit einem zusammengeschobenen Tischtuche; allerdings kommen bei diesem Vergleich die starken Wirkungen nicht zum Ausdruck, die durch den Zusammenschub der Schichten in Gestalt von starken Rißbildungen und Verquetschungen auf diese ausgeübt werden.

Die vielfach steile Aufrichtung von Gebirgschichten durch den faltenden Druck hat die wichtige Folge, daß Schichten, die sonst tief unter der Erdoberfläche liegen und daher sogar für den Bergmann nur schwer oder überhaupt

Digitized by Google

nicht erreichbar sein würden, an die Oberfläche gebracht und dadurch bequem zugänglich gemacht werden. In dieser Weise ist durch die Faltung auch unsere Kenntnis von dem Aufbau der Erdrinde ganz wesentlich gefördert worden.

Der faltende Druck schafft in einer von ihm betroffenen Gebirgschicht zwei Begriffe, die in einer söhligen Schicht nicht denkbar sind, das „Streichen“ und das „Einfallen“.

25. — Streichen. Eine in der Ebene einer Gebirgschicht söhlig gezogene Linie oder, anders ausgedrückt, die Schnittlinie dieser Schicht mit einer wagerechten Ebene (vgl. Abb. 6) nennen wir die Streichlinie dieser Schicht. Die Streichlinie ist also unter allen Umständen eine söhlige Linie. Daher sind für den Bergmann die Streichlinien dasselbe, was für den Landmesser die Höhenlinien (Abb. 10 auf S. 17) bedeuten.

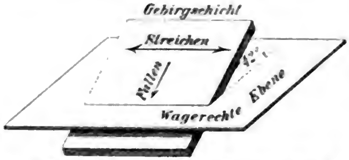


Abb. 6. Veranschaulichung der Begriffe „Streichen“ und „Fallen“.

Das Streichen eines Flözes — genauer sein Streichwinkel — ist nun der Winkel, den die Streichlinie mit dem magnetischen Meridian bildet. Er wird in Graden oder Kompaßstunden angegeben. Die Einteilung des Kreises in Stunden lehnt sich an die Einteilung des Tages an, innerhalb dessen die Sonne scheinbar einen vollen Kreis durchläuft. Auf jede Stunde entfallen daher $\frac{360^\circ}{2 \cdot 12} = 15^\circ$. Für die Stunde ist die Abkürzung h. (= hora) in Gebrauch; h. 5 bedeutet demnach ein Streichen von 75°. Bei genauen Beobachtungen wird die Kompaßstunde in Achtel- und Sechzehntel-Stunden unterteilt; da diese Teilung jedoch umständlich ist, hat man die Stundenteilung mehr und mehr durch die viel einfachere Gradteilung ersetzt.

Es ist nun noch zu unterscheiden zwischen dem astronomischen (geographischen) und dem magnetischen Meridian. Die erstere Linie gibt für jeden Ort die Richtung nach dem Nordpol, die letztere diejenige einer wagerecht freibeweglichen Magnetnadel an. Der astronomische Meridian wird aus dem Stande der Sonne oder anderer Sterne abgeleitet. In dem Augenblick, in dem die Sonne in ihrer täglichen Bahn den höchsten Punkt erreicht hat, geht sie durch den Meridian des Beobachtungsortes; sie steht dann im Süden, und der betreffende Ort hat Mittag. Norden liegt an der gegenüberliegenden Seite. Die Richtung der Nord-Süd-Linie ist unveränderlich. — Der magnetische Meridian ändert seine Richtung entsprechend der wechselnden Abweichung (Deklination) der Magnetnadel fortwährend. Diese Abweichung wird in besonders dazu eingerichteten „magnetischen Warten“ fortgesetzt beobachtet, um bei den Kompaßmessungen unter Tage berücksichtigt werden zu können und so die Ermittelung des Streichens gegen den astronomischen Meridian zu gestatten. Ist z. B. mit dem Kompaß um 10 Uhr vormittags ein Streichwinkel von 75,0° abgelesen worden und betrug die (westliche) Deklination zu dieser Zeit 12,0°, so ist der Winkel gegen den astronomischen Meridian oder das „Azimut“ = 75° — 12° = 63°.

Digitized by Google

Da das Streichen einer Gebirgschicht nur ganz ausnahmsweise auf größere Erstreckungen dasselbe bleibt, in der Regel vielmehr sich in geringen Abständen fortwährend ändert, so wird für Angaben im großen nur der Durchschnitt einer größeren Reihe von Streichwinkeln, das sog. „Generalstreichen", das z. B. für den Ruhrkohlenbezirk etwa 70° ist, angegeben. Auch die Richtung der in der Grube getriebenen Strecken, Querschläge usw. wird durch den Winkel, den sie mit dem Meridian bilden, bestimmt.

26. — Einfallen. Eine Linie, die auf der Ebene der Schicht senkrecht zur Streichlinie gezogen ist, mit anderen Worten die Schnittlinie zwischen der Schichtebene und einer zum Streichen senkrechten Seigerebene (vgl. Abb. 6), wird Fallinie genannt. Man kann die Fallinie auch als diejenige Linie bezeichnen, die von allen auf einer Schichtebene gezogenen die stärkste Neigung gegen die Horizontalebene hat und die demgemäß der Bahn eines auf dem Liegenden herabrollenden Wassertropfens entspricht.

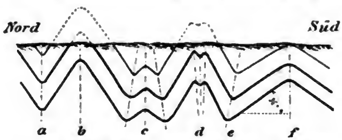


Abb. 7. Profil durch einen gefalteten Gebirgsteil.
— · — · — · Mulden- oder Sattelachsen.

Der Winkel, den die Fallinie mit ihrer söhligen Auftragung bildet (Fallen, Einfallen, Neigung), wird nach Graden mit Hinzufügung der Fallrichtung angegeben, so daß z. B. das liegendste Flöz in Abb. 7 auf dem Südsattel-Nordflügel mit 36° nach Norden einfällt oder 36° nördliches Einfallen hat. Eine mit 90° einfallende Schicht bezeichnet der Bergmann als „auf dem Kopfe stehend".

Für den Bergmann ist die mehr oder weniger steile Aufrichtung der Schichten auch insofern wichtig, als dadurch die „flache Bauhöhe" bestimmt wird, die in einer Lagerstätte durch eine bestimmte Seigerteufe „eingebracht" wird. Wie Abb. 8 zeigt, wächst die flache Höhe mit ab-

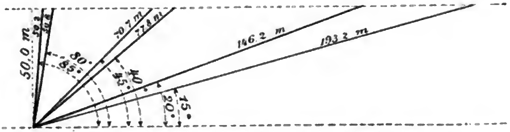


Abb. 8. Beziehungen zwischen Fallwinkel und flacher Bauhöhe.

nehmendem Fallwinkel immer schneller; während bei 85° eine Verringerung des Einfallens um 5° die Bauhöhe nur um 0,6 m vergrößert, beträgt diese Vergrößerung bei 45° schon über 7 m, bei 20° rund 47 m.

27. — Mulden und Sättel. Die durch die Faltung entstandenen Einsenkungen und Aufbiegungen der Schichten werden als „Mulden" bzw. „Sättel", deren Schenkel als „Mulden-" bzw. „Sattelflügel" bezeichnet. Sie treten am zahlreichsten und in spitzester Ausbildung in der Gegend auf, von welcher der Seitendruck gekommen ist, während sie nach der entgegengesetzten Seite hin fortgesetzt flacher und breiter werden. Das auf der Tafel neben S. 58 in Abb. 1 wiedergegebene Querprofil durch das Ruhrkohlenbecken,

Digitized by Google

dessen Faltung durch einen von Süden kommenden Druck veranlaßt worden ist, zeigt diesen Gegensatz aufs deutlichste. In den meisten Fällen sind die Schichtenbiegungen gerundet, selten kommen, wie im belgischen und Aachener Steinkohlengebirge (vgl. Abb. 64 auf S. 71), scharfe Zickzackfalten vor. Treten in einer Mulde (*c* in Abb. 7) oder einem Sattel (*d*) besondere kleine Mulden und Sättel auf, so bezeichnet man die ersteren als „Hauptmulden" bzw. „Hauptsättel", die letzteren als „Spezialmulden" bzw. „Spezialsättel".

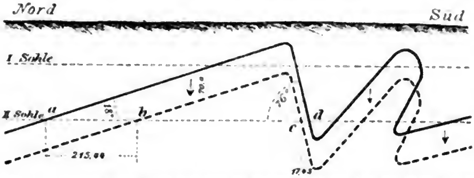


Abb. 9. Überkippte Falte. Beziehungen zwischen seigerem und söhligem Verwurf.

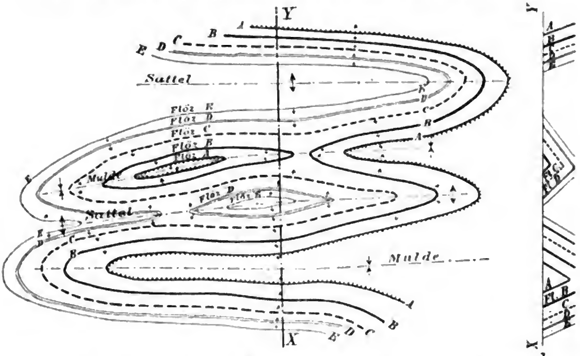


Abb. 10. Zeichnerische Darstellung offener und geschlossener Sättel und Mulden.
— · — · — · — Mulden- oder Sattellinien. *a* Grundriß, *b* Profil nach der Linie *X—Y*.

Ergibt sich aus den Lagerungsverhältnissen, daß zwei Flözflügel früher zusammengehangen haben müssen, später aber durch die Abtragung der hangenden Gebirgschichten getrennt worden sind, so liegt ein „Luftsattel" vor (*b* und *d* in Abb. 7). Eine Falte, die oben in der Druckrichtung soweit herübergeschoben ist, daß beide Flügel gleichgerichtetes Einfallen haben, heißt „überkippt" (südlicher Sattel in Abb. 9). Der tiefste Punkt einer Mulde wird „Muldentiefstes", der höchste Punkt eines Sattels „Sattelkuppe" genannt. Die Linie, die in einer und derselben Schicht die sämtlichen tiefsten Punkte einer Mulde bzw. die sämtlichen höchsten Punkte eines Sattels miteinander verbindet, heißt „Mulden-" bzw. „Sattellinie" (Abb. 10), wo-

Digitized by Google

gegen die Verbindungslinien der tiefsten Punkte mehrerer übereinander liegenden Mulden bzw. der höchsten Punkte mehrerer übereinander liegenden Sättel als „Mulden-“ bzw. „Sattelachsen“ bezeichnet werden (Abb. 7).

28. — Zeichnerische Darstellung von Mulden und Sätteln. Die zeichnerische Darstellung der Falten kann in der Weise erfolgen, daß man entweder einen senkrechten Schnitt quer zur Streichrichtung (Querprofil, Abb. 7, Abb. 9, 10*b* u. a., vgl. auch unten, 4. Abschnitt, Ziff. 2) gelegt denkt oder sich die ganze Ablagerung söhlig geschnitten (im Grundriß,

Schnitt A B.

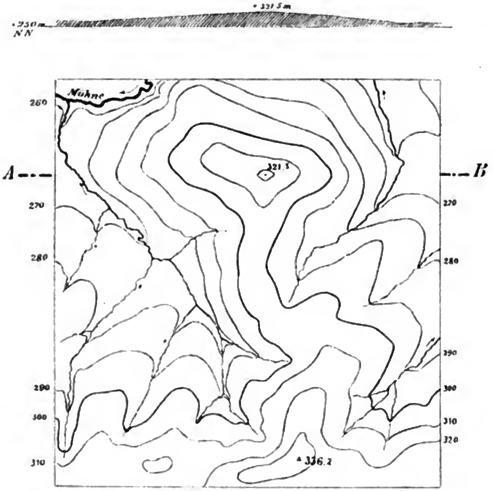


Abb. 11. Darstellung von Höhenunterschieden durch Höhenlinien.

vgl. Abb. 10*a* und 12) vorstellt. Da im Profil, weil es ein senkrechter Schnitt ist, die Erhöhungen und Vertiefungen der Zeichnung den wirklichen Höhen und Tiefen entsprechen, so bietet dieses der Vorstellung keine Schwierigkeiten. Im Grundriß erscheinen die Streichlinien der einzelnen Schichten, so daß sich ein vollständigeres und übersichtlicheres Bild der ganzen Ablagerung ergibt. Der Verlauf dieser Linien steht zu demjenigen der Sattel- und Muldenlinien in Beziehung. Liegen diese söhlig, so können die Streichlinien der beiden Flügel sich nicht treffen und laufen einander parallel, falls die Flügel Ebenen bilden. Ist dagegen die Sattel- oder Muldenlinie nach einer Seite hin geneigt, so nähern sich bei einem Sattel nach dieser Seite, bei einer Mulde nach der entgegengesetzten Seite hin die Streichlinien beider

Digitized by Google

Flügel, um schließlich in der „Sattel- bzw. Muldenwendung" zusammenzutreffen („offene" Falten, Abb. 10, Fl. *A* rechts). Zweiseitig geneigte Sattel- und Muldenlinien haben das Auftreten der Sattel- und Muldenwendung auf beiden Seiten, d. h. die Entstehung „geschlossener" Sättel und Mulden (Flöz *A* und *B* bzw. *D* und *E* in Abb. 10), zur Folge. Ein geschlossener Sattel kann nach untenhin (nicht nach obenhin) durch Änderung der Neigung der Sattellinie in eine offene Sattel- und Muldenbildung übergehen; ebenso kann eine geschlossene Mulde nach obenhin (nicht nach untenhin) sich in offene Falten auflösen. Überhaupt ergeben sich ganz dieselben Verhältnisse wie bei den Höhenlinien in der grundrißlichen Darstellung einer hügeligen Landschaft, wo in den höchsten und tiefsten Lagen geschlossene Höhenlinien (entsprechend den einzelnen Bergkuppen und Kesseltälern) auftreten, während in den mittleren Lagen das Bild eines fortwährenden Überganges von Bergvorsprüngen in Taleinschnitte, d. h. eine Reihenfolge offener Sättel und Mulden, entsteht (Abb. 11).

29. — Sonstige Erscheinungen bei Falten. Da das Tiefste einer Mulde und die Kuppe eines Sattels bei ungleichem Einfallen beider Flügel im Grundriß von einem Punkte auf dem steileren Flügel weniger weit entfernt liegt als von einem gegenüber in gleicher Höhe auf dem flachen Flügel gedachten Punkte, so verläuft im Grundriß die söhlige Auftragung der Mulden- bzw. Sattellinie nur dann in der Mitte zwischen beiden Flügeln, wenn diese zufällig gleiches Einfallen haben, sonst dagegen in der Nähe des steileren Flügels (Abb. 12). Im Querprofil ist die Mulden- bzw. Sattelachse seiger gerichtet bei gleichem Einfallen beider Flügel (vgl. *a*, *b*, *f* in Abb. 7), wogegen ungleiches Einfallen eine Neigung der Faltenachse im Sinne des flacher geneigten Flügels zur Folge hat (*e* in Abb. 7).

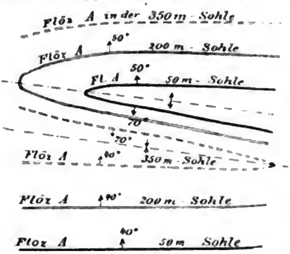


Abb. 12. Grundriß offener Falten auf 3 Sohlen.

Durchfährt man einen Sattel querschlägig, so gelangt man (vgl. die verschiedenen Profile) bis zur Erreichung der Sattelachse in immer liegendere, nach Durchörterung der Sattelachse in immer hangendere Schichten; bei Mulden ist das Entgegengesetzte der Fall. Entsprechend dieser Erscheinung treten im Horizontalschnitt einer Mulde in der Mitte die jüngsten, bei einem Sattel in der Mitte die ältesten Schichten auf. Werden mehrere Höhenlagen (z. B. Sohlen) im Grundriß dargestellt, so entsprechen die höchsten Lagen (Sohlen) dem Innern eines Sattels und dem Rande einer Mulde (Abb. 12).

30. — Nebenwirkung des Faltungsvorgangs. In dünnbänkigem, geschichtetem Gebirge werden vielfach die einzelnen Bänke für sich gefaltet. Daraus ergeben sich[1]) folgende, häufig beobachtete Erscheinungen (vgl. Abb. 13):

[1]) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes. 1916, S. 193, Abb. 8; Wolff: Zur Begriffsbestimmung und Gliederung der Faltungen.

Digitized by Google

1. Die einzelnen Schichten verschieben sich gegeneinander um das Stück *d*, wobei die Reibung glatte Spiegelflächen oder Rutschstreifen erzeugt.

2. Da die Krümmungshalbmesser r_1—r_3 für die oberen Grenzflächen der einzelnen Schichten größer sind als für die unteren (R_1—R_3), so ergeben sich rechnungsmäßig Hohlräume in den Sattel- und Muldenbiegungen. Diese werden entweder gleich während der Faltung (durch gestauchte Gesteinsmassen) oder später ausgefüllt, und zwar durch Nachbrechen der Schichten oder auch durch Erz- und sonstige Mineral-Neubildungen.

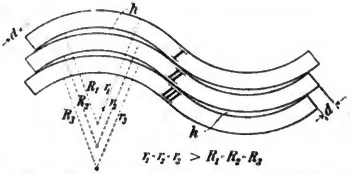


Abb. 13. Faltungsvorgang in dünnbänkigen Schichten.

b) Zerreißungen von Gebirgsschichten (Störungen)[1].

31. — Allgemeines. Eine Zerreißung von Gebirgschichten mit gegenseitiger Verschiebung der auseinandergerissenen Teile kann auf dreierlei Weise, entsprechend drei Bewegungsrichtungen, vor sich gegangen sein: es kann der eine Teil einer Schicht an der Zerreißungskluft entlang nach unten abgesunken (Sprung) oder der eine Teil über den anderen hinüber- oder unter den anderen hinuntergeschoben (Überschiebung, Wechsel) oder endlich der bewegte Teil der Schicht in horizontaler Richtung gegen den anderen verschoben sein (Verschiebung, Blatt). Jedoch sind diese drei Fälle nur die theoretisch denkbaren Grenzfälle; in Wirklichkeit ist wohl niemals die Bewegung so rein und scharf vor sich gegangen, sondern stets mit einer Seigerbewegung nach oben oder unten auch eine söhlige Verschiebung verbunden gewesen und umgekehrt.

1. Sprünge.

32. — Begriffsbestimmungen, Bezeichnungen. Unter einem (echten) Sprunge verstehen wir eine Gebirgstörung, bei der nach dem Aufreißen einer Spalte (Abb. 14) die in deren Hangendem liegende Gebirgscholle II durch Absinken gegen die stehenbleibende Scholle I um die Strecke *n*—*p* verworfen worden ist. (Die Abbildung veranschaulicht einen querschlägig durchsetzenden Sprung, läßt also die Gebirgschichten im Längsprofil, d. h. söhlig, erscheinen.) Man bezeichnet *n*—*p* als „flache Sprunghöhe“, *n*—*o* als seigere „Sprunghöhe“, *o*—*p* al „söhlige Sprungbreite“ und die söhlige Verschiebung von Scholle II gegen Scholle I in der Ebene des Verwerfers (entsprechend der bergmännischen Aus-

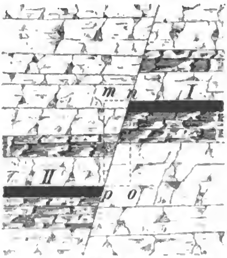


Abb. 14. Querschlägiger Sprung.

[1]) Eine ausführliche Darstellung der Störungen gibt H. Höfer Edler von Heimhalt in seinem Buche „Die Verwerfungen“, (Braunschweig, Vieweg), 1917.

richtungslänge in den Abbildungen 19—21, S. 24/25) als „söhlige Sprungweite“.

Für die zeichnerische Darstellung ist der mehr oder weniger querschlägige Verlauf der Sprünge zu berücksichtigen. Daher kommt die Sprungwirkung am besten in einem Längsprofil zur Geltung, in dem dann die Lagerstätte annähernd im Streichen, d. h. in einer fast wagerechten Linie, geschnitten wird. Im Einzelfalle zeigt das Abb. 14, in großem Maßstabe das Längsprofil durch die Essener Hauptmulde (Abb. 2 auf der Tafel neben S. 58).

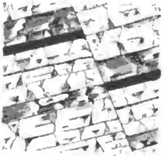


Abb. 15. Spießeckiger Sprung, gegenfallend.

Fällt bei streichenden oder spießeckigen Sprüngen die Sprungkluft nach derselben Seite ein wie die Lagerstätte, so spricht man von „gleichfallenden“, andernfalls (Abb. 15) von „gegenfallenden“ Sprüngen.

33. — Entstehung. Für die Beantwortung der Frage nach der Entstehung der Sprünge ist vor allem die Tatsache wichtig, daß jeder echte Sprung quer zu seiner Streichrichtung das Gebirge um das Stück $o—p$ (Abb. 14) auseinanderzieht. Es muß also angenommen werden, daß der Entstehung der Sprünge Zerrungsvorgänge in der Erdrinde voraufgegangen sind. Demgemäß erklärt Quiring[1]) die Entstehung eines Sprunges durch Aufreißen einer Bruchspalte Z (Abb. 16), der dann früher oder später ein Ab-

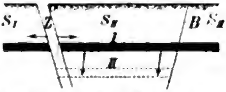


Abb. 16. Entstehung eines Sprunges.

reißen der überhängenden Scholle S_{II} an der zweiten Bruchspalte B und das Absinken dieser Scholle in die Lage II folgen mußte. So ergeben sich zwei Sprünge, von denen Quiring den ersten (Z) als „Zerrsprung“, den zweiten (B) als „Böschungsprung“ bezeichnet. Die Scholle S_{II} kann auch in mehrere Einzelschollen zerbrechen, so daß diese gestaffelt absinken[2]).

Wie bedeutend die Dehnung gewisser Teile der Erdrinde durch die Entstehung von Sprüngen gewesen ist, zeigen Berechnungen von Quiring[3]), nach denen die Oberfläche im oberschlesischen Kohlenbecken um rund 3%, im Ruhrkohlenbezirk[3]) sogar um rund 6% der ursprünglichen Ausdehnung vergrößert worden ist.

Die Ursachen der Zerrungserscheinungen sind noch nicht genügend klargestellt. Doch sprechen die Erscheinungen, die bei den Gebirgsbewegungen im Gefolge des Abbaues (vgl. 4. Abschnitt, Ziff. 170) beobachtet worden sind,

[1]) Glückauf 1913, Nr. 13, S. 477 u. f.; Quiring: Die Entstehung der Sprünge im rheinisch-westfälischen Steinkohlengebirge.

[2]) Zeitschr. d. deutschen geolog. Gesellsch. 1913, Heft 3, S. 439; Quiring: Die Entstehung der Schollengebirge.

[3]) Vgl. auch das Längsprofil auf der Tafel bei S. 58.

Digitized by Google

für die Richtigkeit der Ansicht von Dr. Lehmann[1]), daß die Senkung gewaltiger Schollen der Erdrinde diese Zerrungsrisse verursacht hat.

Auf einen Zusammenhang der Spaltenbildung mit der Faltung deutet die in manchen Gebieten (z. B. deutlich im Ruhrkohlenbezirk) festgestellte, nahezu querschlägige Erstreckung der meisten Sprünge, die deshalb dort auch seit alters „Querverwerfungen" heißen.

Größere Zerrspalten sind bei verschiedenen Erdbeben, die überhaupt wichtige Beiträge zur Kenntnis der Sprünge geliefert haben, festgestellt worden[2]): beim griechischen Erdbeben im Jahre 1894 wurde eine fast geradlinige, 64 km lange und bis 4 m breite, beim kalifornischen Erdbeben von 1906 sogar eine 432 km lange und bis zu 20 m breite Spalte aufgerissen; an diesen Spalten fanden söhlige und Seigerverschiebungen bis zum Betrage von mehreren Metern statt.

Aus diesen und anderen Beobachtungen bei Erdbeben, die vielfach an große Spaltengebiete geknüpft sind, muß geschlossen werden, daß die meisten größeren Sprünge nicht sofort, sondern erst nach und nach das Gebirge auf die ganze, heute gemessene Höhe verworfen haben. Eine einmal aufgerissene Spalte stellt eine schwache Stelle in der Erdrinde dar; es können daher auch spätere Gebirgsbewegungen sich am einfachsten durch weitere Bewegungen auf dieser Spalte Luft machen. Demgemäß zeigen manche größeren Verwerfungen, wie z. B. der „südliche Hauptsprung" im Saarrevier, sowie verschiedene Sprünge im westfälischen Steinkohlengebirge unter der Mergelüberlagerung das in Abb. 17 wiedergegebene schematische Bild. Der Hauptverwurf war hier bereits vor Ablagerung des Deckgebirges eingetreten, nach Bildung des letzteren ist aber an der Spalte entlang eine nochmalige, schwächere Bewegung um das Stück aa_1 erfolgt.

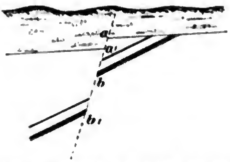


Abb. 17. Sprung mit zweimaliger Bewegung des gesunkenen Teils.

34. — **Verhalten der Sprünge.** Der Verlauf der Sprungklüfte ist, da sie als Bruchspalten von dem ihrem Aufreißen entgegengesetzten Widerstande, d. h. von der verschiedenen Härte der Gebirgschichten, abhängig sind, im Streichen sowohl wie im Einfallen unregelmäßig, so daß häufiges Verspringen und zahlreiche Richtungsänderungen zu beobachten sind und auch die Fallrichtung nicht selten wechselt. Auch die Mächtigkeit einer Kluftspalte ist aus demselben Grunde ganz verschieden; große, sich weithin erstreckende Verwerfungen werden häufig durch eine ganze Anzahl von Einzelklüften gebildet, wodurch breite Kluftbänder („Störungszonen") von 50 bis 100 m Breite entstehen können. Überhaupt verhalten sich diese Spalten ganz wie die auf ähnliche Entstehungsursachen zurückzuführenden Erzgänge (Ziff. 47 u. f.). Daher sind auch Verwerfungsklüfte vielfach erzführend,

[1]) Glückauf 1919, Nr. 48, S. 933; Dr. Lehmann: Bewegungsvorgänge bei der Bildung von Pingen und Trögen; — ferner ebenda 1920, Nr. 1 u. f., S. 1 u. f.; Dr. Lehmann: Das tektonische Bild des rheinisch-westfälischen Steinkohlengebirges; — ferner ebenda 1920, Nr. 15, S. 289 u. f.; Dr. Lehmann, Das rheinisch-westfälische Steinkohlengebirge als Ergebnis tektonischer Vorgänge in geologischen Trögen.

[2]) S. das auf S. 19 in Anm. [1]) angeführte Buch von Höfer von Heimhalt: Die Verwerfungen, S. 104.

Digitized by Google

und es ist z. B. ein Zusammenhang zwischen einigen Verwerfungspalten des Ruhrkohlenbezirks und Erzgängen der südlich daran grenzenden Erzbergbaugebiete von Lintorf[1]) und Velbert-Selbeck[2]) und ebenso zwischen den Hauptstörungen der Aachener Steinkohlenablagerungen und den Erzgängen der nördlichen Eifel[3]) nachgewiesen worden.

Auch die Verwurfhöhe ist sehr verschieden. Sie schwankt nicht nur überhaupt von wenigen Zentimetern bis zu mehreren tausend Metern, sondern ändert sich auch bei einem und demselben Sprunge sehr häufig, so daß sie schon in geringen Entfernungen ganz verschieden sein kann. In letzterem Falle hat man es mit einem „Drehverwerfer" zu tun, bei dem die absinkende Scholle gedreht worden ist.

Die Streichrichtung der Kluftspalten ist an sich von derjenigen der Schichten völlig unabhängig; die letzteren können von den Klüften streichend, recht- oder spießwinklig durchsetzt werden. Jedoch scheint vielfach, wie in Ziff. 33 erwähnt, ein gesetzmäßiger Zusammenhang zwischen Kluftstreichen und Faltungsdruck zu bestehen. Das Einfallen der Schichten steht zu den Sprüngen nicht in Beziehung, so daß sowohl flachliegende als auch steil aufgerichtete Schichten, sowie auch ganze Faltengebiete (vgl. Abb. 23 auf S. 27), von Sprüngen durchsetzt werden können.

Das Einfallen der Sprungklüfte ist durchweg steil, da Zerrspalten meist quer zur Mächtigkeit der zerrissenen Erdrindenteile aufreißen, Böschungspalten sich nach dem natürlichen Böschungswinkel der Gesteine (70°—75°) bilden und Verschiebungspalten (Ziff. 42) bei annähernd seigerem Verlauf die leichteste Ausgleichung der Druckverschiedenheiten ermöglichen.

Meistens sind die Spalten mit lockeren Gesteinsmassen (Bruchstücken zertrümmerten Gesteins oder von oben hineingefallenen oder -gespülten Massen jüngerer Ablagerungen) und Mineralien aus den zerrissenen Lagerstätten ausgefüllt. In vielen Fällen hat sich am Liegenden oder Hangenden der Kluft ein „Lettenbesteg" als Ergebnis der zerreibenden und mahlenden Wirkung der verschobenen Gebirgsmassen aufeinander im Verein mit chemischen Umsetzungen gebildet. Diese Reibungswirkung äußert sich vielfach auch sehr deutlich in der Bildung glatter Rutschflächen („Spiegel") sowie wellenförmiger Druckerscheinungen (Rutschstreifen oder „Harnische"), welche letzteren (vgl. S. 26) einen Schluß auf die Richtung der Bewegung gestatten. Häufig sind die Sprungklüfte als Wasserzubringer gefürchtet, da sie den Gebirgswassern die bequemsten Wege nach der Tiefe hin und aus der Tiefe heraus eröffnen. Auf die Tätigkeit solcher Gebirgswasser sind auch die vielfach zu beobachtenden Auskleidungen von Spalten mit Mineralien und Erzen zurückzuführen. Im Steinkohlengebirge findet man die Klüfte häufig mit schädlichen Gasen angefüllt, die aus den gestörten Kohlenflözen entwichen sind und sich in die Spalten hineingezogen haben, so daß die Kohle in deren Nähe stark entgast ist.

[1]) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes. 1880, S. 206; Köhler: Über die Störungen im westfälischen Steinkohlengebirge.

[2]) Glückauf 1906, Nr. 33, S. 1068; Böker: Die Mineralausfüllung der Querverwerfungspalten im Bergrevier Werden.

[3]) Festschrift zum XI. Allgem. Deutschen Bergmannstag. I. Teil, S. 202; Holzapfel: Die Geologie des Nordabfalles der Eifel.

Digitized by Google

Die Zerklüftung des Gebirges durch die Sprünge hat eine starke Zunahme des Gebirgsdruckes in deren Nähe zur Folge

35. — Zusammenwirken mehrerer Sprünge. Die durch das Zusammenwirken mehrerer Sprünge entstehenden Lagerungsverhältnisse werden durch Abb. 18 veranschaulicht. Sinkt eine Scholle (vgl. auch Abb. 16 auf S. 20) zwischen zwei Spalten ab, so entsteht ein „Graben"; umgekehrt wird eine zwischen zwei Sprüngen stehenbleibende Scholle als „Horst" bezeichnet. Mehrere in gleichem Sinne verwerfende Sprünge erzeugen „Treppen-" oder „Terrassen-Verwerfungen", die auch kurz „Staffelbrüche" genannt werden. Die durch das Absinken aus der Lage I in der Abbildung in die Lage II gebrachte Oberfläche ist später durch Abtragung verändert worden.

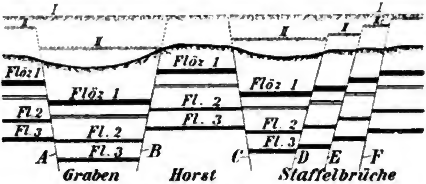


Abb. 18. Zusammenwirken mehrerer Sprünge.

Außerdem können auch ältere Schollengebiete in späteren Zeiten der Erdgeschichte von neuen Spalten durchsetzt, alte Sprünge also durch jüngere verworfen worden sein.

36. — Ausrichtung von Sprüngen. Die Aufsuchung des verworfenen Stückes einer Lagerstätte hinter dem Sprunge, die „Ausrichtung" des Sprunges, kann sich bei den meisten Sprüngen auf die gesetzmäßigen Beziehungen zwischen dem Verlauf der Sprünge und demjenigen der gestörten Schichten stützen[1]). Sie wird durch die den Abbildungen 19—21 beigegebenen Grundrisse veranschaulicht.

In den weitaus meisten Fällen kommt man mit der im Ruhrbezirk gebräuchlichen einfachen, von v. Carnall durch Zusammenfassung der **Schmidtschen vier Regeln erhaltenen** Regel aus: Fährt man das Hangende des Verwerfers an, so hat man hinter diesem ins Hangende der Gebirgschichten aufzufahren; fährt man das Liegende des Verwerfers an, so hat man hinter diesem ins Liegende der Gebirgschichten aufzufahren.

Ob man das Hangende oder Liegende der Kluft angetroffen hat, erkennt man daran, daß im ersteren Falle die Kluft nach dem betreffenden Grubenbau hin einfällt, d. h. zuerst in der Sohle angetroffen wird, und umgekehrt.

Zur näheren Erläuterung mögen die folgenden Betrachtungen dienen.

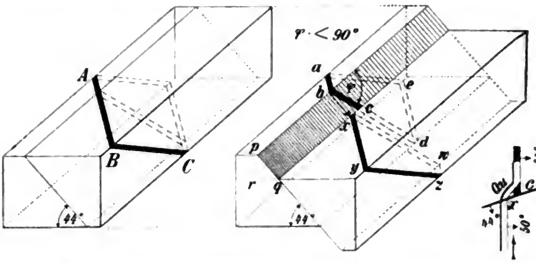
[1]) Vgl. für die ausführliche Darstellung dieses Gegenstandes: Karstens Archiv, Bd IX, S. 61 u. f.; v. Carnall: Die Sprünge im Steinkohlengebirge; — Schaper: Anleitung zum Erkennen und Ausrichten der Sprünge und Wechsel im Steinkohlengebirge, (Gelsenkirchen, Bertenburg), 1900; — Zeitschr. f. d. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes. 1903, S. 1 u. f.; Hausse: Die Verwerfungen, insbesondere ihre Konstruktion, Berechnung und Ausrichtung. — Höfer v. Heimhalt in dem auf S. 19 in Anm. [1]) angeführten Buche, S. 113 u. f.

Digitized by Google

Die Veranschaulichung der Ausrichtung durch ein Profil (Abb. 14 auf S. 19) zeigt, daß man, vom Liegenden des Sprunges aus fahrend, aus älterem in jüngeres Gebirge kommt und daß innerhalb der Strecke $n\ p$ der abgesunkene Teil weder durch einen Schacht noch durch einen Querschlag gelöst werden kann.

Spießwinklig oder querschlägig durchsetzende Sprünge lassen sich allerdings durch ein einfaches Querprofil nur unvollkommen veranschaulichen, da die Ebene des Profils diejenige der Sprungkluft unter einem sehr spitzen Winkel schneidet oder ihr vollständig parallel verläuft. Es muß daher hier die grundrißliche und die perspektivische Darstellung zu Hilfe genommen werden.

Aus einer solchen schematischen Zeichnung (Abb. 19, vgl. auch Abb. 20) ergibt sich nun das grundlegende Gesetz, daß jede schräg geneigte Schicht



a b c

Abb. 19 a–c. Spießeckiger Sprung und seine Ausrichtung. Sprungwinkel spitz.
a Flöz vor dem Verwurf. b Flöz nach dem Verwurf. c Grundriß (mit Ausrichtung).

durch ein senkrechtes Absinken an der Störungskluft entlang gleichzeitig mit der seigeren Verschiebung b—x auch eine scheinbare Horizontalverschiebung c—x (die söhlige Sprungweite) erleiden muß. Diese ist nicht zu verwechseln mit der söhligen Sprungbreite $o\ p$ in Abb. 14, die lediglich von dem Einfallen der Kluft und der flachen Sprunghöhe $n\ p$ abhängt und quer zum Streichen der Kluft zu messen ist. Der scheinbare Seitenschub ist nun bei einer und derselben seigeren Senkung um so größer, je flacher die schräge Linie geneigt ist. Das wird in Abb. 9 auf S. 16 zur Anschauung gebracht durch die bei derselben seigeren Senkung von 70,0 m sehr verschiedenen söhligen Verschiebungen a—b = 215,44 m und c—d = 17,45 m der beiden unter 18° bzw. unter 76° geneigten Sattelflügel. (Die ausgezogene Linie deutet hier die Lage der Schicht vor der Störung, die punktierte Linie die Lage derselben Schicht hinter der Störung an.) Ebenso macht in Abb. 22 auf S. 27 das flachere Einfallen des Mulden-Nordflügels einen längeren Ausrichtungsquerschlag als auf dem Südflügel erforderlich.

Die genannte, seiger und parallel zu sich selbst verschobene Linie der in den perspektivischen Abbildungen 19—21 dargestellten Verwerfungen ist nun die „Kreuzlinie“ $b\ c\ d$ bzw. $x\ w$, d. h. die Schnittlinie zwischen der Ebene der Gebirgschicht und derjenigen des Sprunges. Die Neigung dieser Kreuz-

Digitized by Google

linie aber ist abhängig 1. von dem Fallwinkel der Schicht, 2. von dem Winkel zwischen den Streichrichtungen der Schicht und der Kluft und 3. von dem Fallwinkel der letzteren. Daß die Neigung der Kreuzlinie vom Schichtfallen abhängt, bedarf keines Beweises. Daß aber auch durch den mehr oder weniger spießwinkligen Verlauf der Sprungkluft die Neigung der Kreuzlinie beeinflußt wird, zeigt Abb. 20 im Vergleich mit Abb. 19. Die Darstellung in Abb. 20 veranschaulicht auch den Ausnahmefall des „stumpfen Sprungwinkels“:

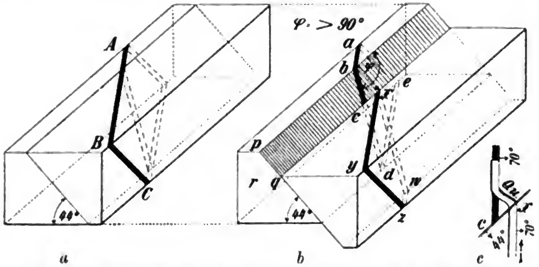


Abb. 20*a*–*c*. Spießeckiger Sprung und seine Ausrichtung. Sprungwinkel stumpf.
a Flöz vor dem Verwurf. *b* Flöz nach dem Verwurf. *c* Grundriß (mit Ausrichtung).

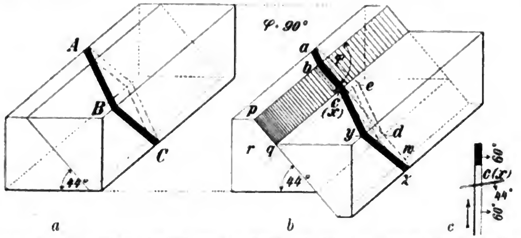


Abb. 21*a*–*c*. Spießeckiger Sprung und seine Ausrichtung. Sprungwinkel $\varphi = 90°$.
a Flöz vor dem Verwurf. *b* Flöz nach dem Verwurf. *c* Grundriß (mit Ausrichtung).

die Kreuzlinie ist in Abb. 20 nicht lediglich steiler geneigt als in Abb. 19, sondern hat darüber hinaus sogar das entgegengesetzte Einfallen wie in dieser angenommen, so daß der sog. „Sprungwinkel“ φ, d. h. der Winkel zwischen der Kreuzlinie und der im Hangenden des Flözes gezogenen Streichlinie der Kluft, ein stumpfer geworden ist. Den dazwischenliegenden Grenzfall ($\varphi = 90°$) zeigt Abb. 21; er kann nur dann zustande kommen, wenn die Kluft flacher einfällt als das Gebirge.

Wie ein Blick auf die Abbildungen 19 und 20 zeigt und wie in der gleich anzuführenden Regel zum Ausdruck kommt, ist der Sprungwinkel bestimmend für die gegenseitige Lage der getrennten Gebirgsteile: obwohl bei allen dar-

Digitized by Google

gestellten Störungen das im Hangenden der Kluft liegende Stück des Flözes gesunken ist, hat man dennoch das verworfene Stück in der Abb. 20, also bei stumpfem Sprungwinkel, auf der entgegengesetzten Seite zu suchen wie bei spitzem Sprungwinkel in Abb. 19. Diese Erscheinung erklärt sich nach dem über die scheinbare Seitenverschiebung einer schrägen Linie Gesagten ohne weiteres aus der entgegengesetzten Neigung der Kreuzlinien in beiden Fällen.

Während in dem durch Abb. 21 veranschaulichten Grenzfall (Kreuzlinie in der Fallinie des Verwerfers) eine Ausrichtung des abgesunkenen Stückes überhaupt nicht nötig ist, da die Lagerstätte jenseits der Kluft in derselben Richtung fortsetzt (vgl. den Grundriß in Abb. 21*c*), ist im entgegengesetzten Grenzfalle (wagerechter Verlauf der Kreuzlinie) eine Ausrichtung durch einen söhligen Ausrichtungsbau überhaupt nicht möglich. Dieser Fall kann bei den hier betrachteten spießwinkligen Sprüngen nur dann eintreten, wenn die Lagerstätte völlig söhlig liegt.

Das aus dem Vorstehenden sich ergebende allgemeine Gesetz über die Lage verworfener Gebirgsteile bei spießwinkligen echten Sprüngen, das für spitze und stumpfe Sprungwinkel gilt, ist folgendes:

Bei einem echten Sprunge hat man das verlorene Stück einer Gebirgschicht, wenn man das Hangende der Sprungkluft angefahren hat, nach der Seite hin zu suchen, nach der die Kreuzlinie von der Fallinie der Kluft abweicht. Hat man das Liegende der Sprungkluft angefahren, so ist das verlorene Stück nach der entgegengesetzten Seite zu suchen.

Diese Ausrichtungsregeln entsprechen der von E. Treptow[1]) aufgestellten Regel, die ihrerseits wieder eine einfachere Fassung der Regel von Bergrat Zimmermann in Clausthal darstellt, bei der ebenfalls die Kreuzlinie eine ausschlaggebende Rolle spielt.

Vielfach kann man das verworfene Stück ohne Ausrichtungsregeln wiederfinden. Es können z. B. Rutschflächen auf dem Liegenden oder Hangenden einen Fingerzeig geben, indem sie sich in der Bewegungsrichtung des gesunkenen Teiles, nach welcher hin dieser zu suchen ist, glatt, in der entgegengesetzten Richtung rauh anfühlen. Ebenso können Umbiegungen der Schichten an der Kluft („Hakenschläge") oder „Schleppungen" von mitgerissenen Teilen der Lagerstätte auf die Richtung hinweisen, in welcher die Bewegung erfolgt und daher das abgerissene Stück zu suchen ist. Oder man fährt hinter der Störung eine Gebirgschicht an, deren Lage zu der zu suchenden Schicht bekannt ist; weiß man z. B., daß eine hinter der Kluft angetroffene Meermuschelschicht im Hangenden der gesuchten Schicht liegt, so weiß man ohne weiteres, wohin die Ausrichtung zu erfolgen hat.

Während für den Erzbergmann von der richtigen Ausrichtung eines größeren Sprunges sehr viel, häufig das ganze Bestehen der Grube abhängt, ist für den Steinkohlenbergmann diese Aufgabe in der Regel weniger wichtig. Denn die Lagerungsverhältnisse der Flöze bringen es mit sich, daß eine größere Anzahl von Bergwerken im Streichen einer und derselben Störung

[1]) E. Treptow: Grundzüge der Bergbaukunde, (Leipzig, Klemm), 1917, V. Aufl., I. Bd., S. 43.

Digitized by Google

bauen und daher ihre Erfahrungen über deren Verhalten austauschen können; außerdem liegt meist eine größere Anzahl von Flözen vor, so daß hinter einer Störung bald wieder ein Flöz angetroffen wird, einerlei, ob man ins Liegende oder ins Hangende fährt..

37. — **Sprünge und Falten.** Sind Sättel und Mulden von jüngeren Querverwerfungen zerrissen worden, so ist im Grundriß das gesunkene Stück durch größere oder geringere Breite zwischen den Flügeln von dem stehenge-

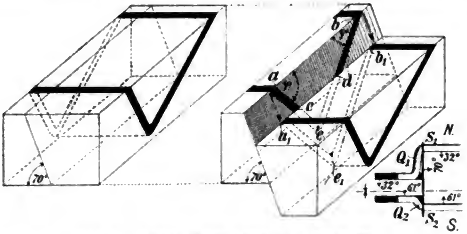


Abb. 22. Verwurf einer Mulde, mit Ausrichtung.

bliebenen zu unterscheiden. Nach Abb. 22 ist diese Breite bei einem gesunkenen Muldenstück größer als bei dem stehengebliebenen Teile. Umgekehrt erscheint ein abgesunkenes Sattelstück im Grundriß schmaler als das stehengebliebene. Die hiernach bei Verwerfung einer ganzen Reihe offener Falten sich ergebenden Verhältnisse werden durch Abb. 23 veranschaulicht. Selbstverständlich muß, wie auch die genauere Prüfung dieser Zeichnung ergibt, für jeden der verworfenen Flügel sich wieder die oben gefundene Ausrichtungsregel ergeben, so daß man auch umgekehrt die „Sattel- und Muldenregel“ aufstellen kann: die Lage des verworfenen Teiles einer Schicht kann

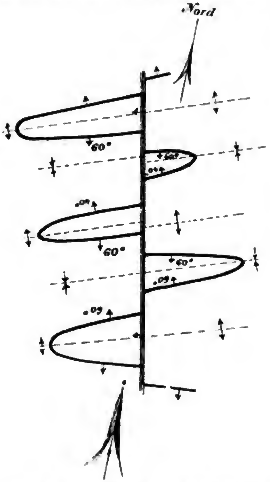


Abb. 23. Verwerfung einer Faltengruppe (Grundriß).

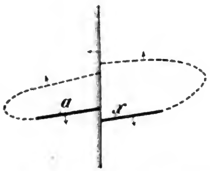


Abb. 24. Veranschaulichung der Sattel- und Muldenregel.

Digitized by Google

dadurch gefunden werden, daß man nach Abb. 24 die Schicht als einen Sattel- oder Muldenflügel betrachtet und nun die Fortsetzung gemäß Abb. 23 sucht. (In Abb. 24 ist durch die punktierten Linien die Ergänzung zu einem Sattel angedeutet.)

Da bei einer solchen Verwerfung die Ebenen der Sattel- und Muldenachsen ihrerseits sich ebenfalls wie Schichten verhalten, so muß bei geneigter Lage der Faltenachse, d. h. bei ungleichem Einfallen beider Flügel (vgl. Ziff. 29) durch den Seigerverwurf eine (scheinbare) söhlige Verschiebung der Faltenachse zustande kommen, die sich im Grundriß nach Abb. 23 durch ein Verspringen der ersten Mulden- und zweiten Sattellinie (von Norden gezählt) äußert.

Bei überkippten Falten, wie sie z. B. im Aachener und belgischen Steinkohlenbergbau nicht selten auftreten, hat ein Sprung die eigenartige Erscheinung zur Folge, daß in einem Punkte der stehengebliebene und der verworfene Teil der Falte (vgl. den Südflügel des Südsattels in Abb. 9 auf S. 16) sich kreuzen, so daß an dieser Stelle auch bei einem sehr großen Seigerverwurf die Streichlinie nicht seitlich abgelenkt wird.

2. Überschiebungen oder Wechsel (Faltenverwerfungen).

38. — **Wesen und Entstehung der Überschiebungen.** Eine Überschiebung ist dadurch gekennzeichnet, daß der im Hangenden der Kluft gelegene Gebirgsteil höher liegt als der im Liegenden der Kluft befindliche. Demgemäß kommt nach Abb. 25 der Bergmann, der eine Überschiebung, von ihrem Liegenden ausgehend, durchfährt, hinter ihr in tiefere, d. h. ältere Gebirgschichten. Nach ihrer Lage zur Kluft bezeichnet er die beiden getrennten Stücke der Lagerstätte als „hangenden“ und „liegenden“ Wechselteil.

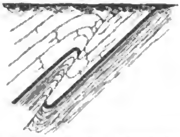


Abb. 25. Profil einer Überschiebung.

Abb. 26. Schichtverkürzung durch Überschiebung.

Eine Überschiebung hat stets ein „Doppelliegen“ der verworfenen Schichten zur Folge; die Ausrichtung des verlorenen Schichtteils bietet daher keine Schwierigkeiten.

Während die Sprünge engere Beziehung zum Faltungsvorgange haben können, aber nicht haben müssen, also sehr häufig auch durch andere Gebirgsbewegungen als die einer bestimmten Faltung zugrunde liegenden entstanden sind, stehen die Überschiebungen zu dem die Faltung veranlassenden Seitendruck in unmittelbarer Beziehung. Diesem Drucke können nämlich die Gebirgschichten entweder dadurch nachgeben, daß sie sich zu Falten zusammenschieben lassen, oder dadurch, daß sie an Längsrissen (Überschiebungsflächen) entlang, die im Grundriß annähernd senkrecht zur Druckrichtung verlaufen, sich teilweise über- oder untereinander schieben. So hat z. B. in Abb. 26 die Überschiebung eine Längenverkürzung um das Stück *r* her-

Digitized by Google

beigeführt. Ob nun eine Überschiebung an Stelle einer Falte oder durch Überschreitung der Elastizitätsgrenze der Gebirgschichten infolge zu starker Faltung entsteht, hängt von der Beschaffenheit des Gesteins, also seiner größeren oder geringeren Festigkeit und Sprödigkeit, und außerdem von dem größeren oder geringeren Gewicht der überlagernden Gebirgsmassen ab. Es ist das Verdienst von Bergassessor Dr. L. Cremer, für mehrere sehr bedeutende westfälische Überschiebungen die Entstehung vor der Faltung oder zu Beginn derselben unzweifelhaft dargetan zu haben[1]), so daß also

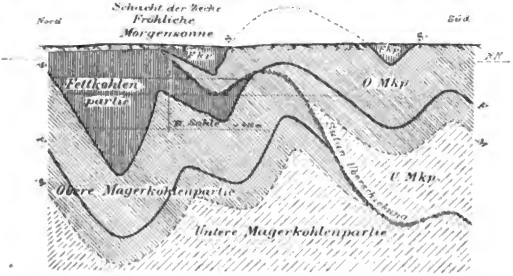


Abb. 27. Querprofil durch einen Teil der westfälischen Sutan-Überschiebung. (Maßstab 1 : 30000.)

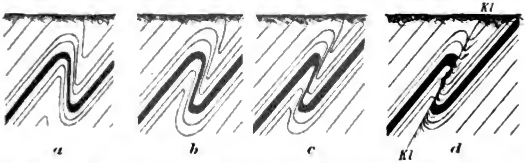


Abb. 28 a—d. Entstehung einer Überschiebung als „Faltenverwerfung". Nach Heim.

diese Überschiebungen an der betreffenden Stelle zunächst das Zustandekommen einer Falte verhindert haben. Derartige Überschiebungsflächen sind gemäß Abb. 27 nach ihrer Entstehung selbst wieder von der Faltung betroffen worden. Jedoch können gewisse Überschiebungen auch durch eine zu starke Beanspruchung der Gebirgschichten durch die Faltung erklärt werden, und zwar dadurch, daß gemäß Abb. 28 eine Mulden- und Sattelbildung so stark zusammengeschoben wurde, daß der beiden gemeinsame sog. „Mittelschenkel" vollständig zerquetscht und einer mit Gesteinstrümmern ausgefüllten Kluft ähnlich geworden ist, wobei infolge der starken Knickung der Gebirgschichten an den Faltenbiegungen ihre Widerstandsfähigkeit so beeinträchtigt worden

[1]) Glückauf 1894, Nr. 62, S. 1089 u. f.; Dr. Cremer: Die Überschiebungen des westfälischen Steinkohlengebirges; — ferner ebenda 1897, Nr. 20, S. 373 u. f.: Dr. Cremer: Die Sutan-Überschiebung.

ist, daß bei Fortdauer der Druckwirkung in der Faltenachse ein Riß entstehen mußte, an dem entlang sich der hangende Flügel noch weiter verschieben konnte. Für eine solche Entstehung spricht bei vielen Überschiebungen der Umstand, daß sie im Streichen in eine Faltenbildung übergehen[1]).

39. — **Besondere Eigenschaften der Überschiebungen.** Aus der Entstehungsweise einer Überschiebung folgt, daß sie annähernd im Streichen verlaufen und ziemlich flach einfallen muß. Denn nur ein streichender Gebirgsriß ermöglicht die Verkürzung eines Gebirgskörpers in der Druck-

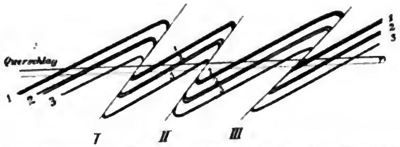


Abb. 29. Schuppenlagerung durch Zusammenwirken mehrerer Überschiebungen.

richtung, und nur bei nicht zu steiler Neigung dieses Risses kann diese Verkürzung ein ausreichendes Maß annehmen.

Nach Beobachtungen von Dr. L. Cremer schließen die Überschiebungen im Ruhrbezirk in der Regel sowohl im Streichen als auch im Einfallen einen Winkel von etwa 15° mit den Gebirgschichten ein, so daß man danach annähernd die Stelle bestimmen kann, wo eine bekannte Überschiebung an anderer Stelle zu erwarten ist.

Da hiernach Überschiebungen unter der fortgesetzten Einwirkung eines gewaltigen Seitendrucks gebildet sind, so erklärt sich leicht, daß sie nicht durch eine offene Kluft, sondern lediglich durch ein stark zerriebenes, vielfach mit kleinen „Schleppungsfalten“ oder „Hakenschlägen“ durchsetztes Gesteinsmittel gekennzeichnet werden. Demgemäß bringen Überschiebungen in der Regel auch kein Wasser, wohl aber können sie, da hier ein zerrüttetes Gebirge vorliegt, schädliche Gase bergen. Der Gebirgsdruck kann wie bei den Sprüngen in der Nähe der Störung stark anwachsen. Dem Steinkohlenbergmann werden kleine Überschiebungen häufig dadurch gefährlich, daß sie durch Doppellagerung und Stauchung mächtigerer Flöze starke Anhäufungen von Kohle bilden, die dann infolge ihrer mulmigen Beschaffenheit zur Selbstentzündung neigt.

Die zeichnerische Darstellung von Überschiebungen bietet keine Schwierigkeiten, da sie wegen ihres nahezu streichenden Verlaufes im Querprofil deutlich hervortreten.

[1]) Wegen neuerer Anschauungen über Wesen und Entstehung der Überschiebungen s. Glückauf 1906, Nr. 22, S. 693 u. f.; Mentzel: Die Bewegungsvorgänge am Gelsenkirchener Sattel; — ferner ebenda 1910, Nr. 6, S. 203 u. f.; Lachmann: Überschiebungen und listrische Flächen im westfälischen Karbon; — ferner ebenda 1910, Nr. 43, S. 1693 u. f.; Lachmann: Das Faltungsproblem des westfälischen Steinkohlengebirges; — ebenda 1920, Nr. 2, S. 21 u. f.; Lehmann: Das tektonische Bild des rheinisch-westfälischen Steinkohlengebirges.

Digitized by Google

Treten Überschiebungen gruppenweise auf, so haben sie eine sog. „Schuppenlagerung“ des Gebirges zur Folge, d. h. das Gebirge wird in eine Anzahl dachziegelartig übereinander geschobener Schollen zerlegt. Die querschlägige Durchörterung eines solchen Störungsgebietes trifft die Schichten in der Reihenfolge *1 2 3*, *1 2 3* (Abb. 29) an, während bei der Durchörterung von Faltungen sich die Reihenfolge *1 2 3*, *3 2 1*, *1 2 3* ergibt.

40. — **Beispiele größerer Überschiebungen.** Ihrer Entstehung entsprechend treten Überschiebungen in stärkster Ausbildung dort auf, wo der Seitenschub sehr stark gewesen ist und infolgedessen auch eine weitgehende Faltung stattgefunden hat. So wird das südliche Gebiet des Ruhrkohlenbeckens von wesentlich stärkeren derartigen Störungen durchsetzt als dessen nördlicher Teil. Die ersteren Überschiebungen müssen ihrerseits wieder zurücktreten gegenüber der Hauptstörung des noch stärker gefalteten belgischen Steinkohlengebirges, nämlich der großen Südüberschiebung „faille du midi“, die auf eine Erstreckung von etwa 380 km von Nordfrankreich durch Belgien in das Aachener Steinkohlenbecken verfolgt worden ist und an der entlang Schichten von devonischem, teilweise sogar silurischem (s. S. 12) Alter in gleiche Höhe mit denjenigen des Oberkarbons geschoben worden sind; daraus ergibt sich stellenweise eine flache Schublänge von etwa 3000—4000 m. Noch stärkere Überschiebungen treten in dem durch gewaltige Faltungsvorgänge emporgewölbten Alpengebirge auf, wo neuere Forscher stellenweise Überschiebungen mit einer Bewegung von vielen Kilometern Länge festgestellt haben. — Im übrigen kann bei Überschiebungen ebenso wie bei den Sprüngen das Bewegungsmaß in den weitesten Grenzen schwanken und bis auf wenige Zentimeter herabgehen.

41. — **Unterschiede zwischen Sprüngen und Überschiebungen.** Einen Überblick über die Unterschiede zwischen Sprüngen und Überschiebungen gibt folgende Zusammenstellung:

	Entstehung	Einfallen	Streichen	Ausfüllung	Wasserführung	Im Hangenden der Kluft liegen in gleicher Höhenlage
Sprünge	durch Zerrung (Streckung der Erdoberfläche)	steil	vom Schichtstreichen unabhängig	Gesteinstrümmer, Kristallkrusten, Erze	vielfach bedeutend	jüngere Schichten
Überschiebungen	durch Pressung (Verkürzung der Erdoberfläche)	etwas steiler als das des Gebirges	dem Schichtstreichen nahezu gleichlaufend	zerriebenes Mineral u. Nebengestein	meist spärlich	ältere Schichten

3. Verschiebungen.

42. — **Wesen, Entstehung und Eigenschaften der Verschiebungen.** Mit dem Namen „Verschiebungen“ bezeichnen wir Gebirgstörungen, an denen entlang eine söhlige oder nahezu söhlige Bewegung eines Gebirgsteiles statt-

Digitized by Google

gefunden hat. Die Verschiebungskluft kann nahezu streichend verlaufen und sehr flach einfallen (Abb. 30 u. 31) oder bei steilem Einfallen einen mehr oder weniger querschlägigen Verlauf nehmen (Abb. 32 u. 33). Störungen der ersteren Art, die auch wohl als „widersinnige Überschiebungen" bezeichnet werden, treten seltener auf. Der in Abb. 31 als Beispiel dargestellte „grand transport" im Borinage (Belgien) hat eine Verschiebung der Gebirgsmassen um 100—140 m gegeneinander bewirkt.

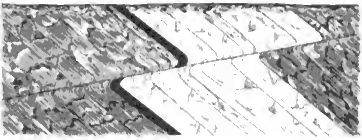


Abb. 30. Profil einer annähernd streichenden Verschiebung.

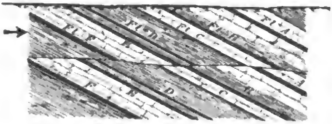


Abb. 31. Profil durch die „grand-transport"-Verschiebung. Nach Demanet.

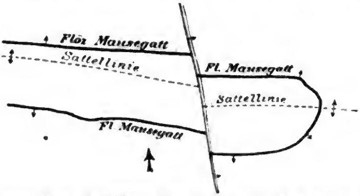


Abb. 32. Grundriß der Verschiebung von Zeche „Schleswig" bei Dortmund.

Die querschlägigen Verschiebungen werden von E. Sueß nach einem österreichischen Bergmannsausdruck als „Blätter" bezeichnet. Bei geneigten Gebirgschichten haben sie aus demselben Grunde, aus dem sich bei Sprüngen eine scheinbare söhlige Verschiebung als Folge des Seigerverwurfs ergibt, eine scheinbare Seigerverschiebung zur Folge. So könnte nach der Lage der getrennten Schichtteile in Abb. 19 auf S. 24 ebensogut eine söhlige Verschiebung von *c* nach *x* wie ein Seigerverwurf von *b* nach *x* angenommen werden. Es ist daher, falls nicht deutliche Schleppungserscheinungen, also Umbiegungen der Schichten in söhliger Richtung, vorliegen, nicht immer ohne weiteres zu entscheiden, ob man es mit einer Verschiebung zu tun hat. Wohl aber kann man in Faltengebieten diese Störungen als solche erkennen. So z. B. ist die Störung in dem Grundriß nach Abb. 32 eine

Digitized by Google

Verschiebung, weil die beiden Teile des gestörten Sattels die gleiche Breite haben, was bei einem Sprunge nicht möglich wäre, und überdies beide Flügel trotz entgegengesetzten Einfallens in demselben Sinne verschoben erscheinen.

Die Entstehung der Verschiebungen ist darauf zurückzuführen, daß die verschiedenen Gebirgsteile einem söhligen Seitendruck ungleichen Widerstand entgegensetzten und deshalb in der Druckrichtung zerrissen und selbständig bewegt und so gegeneinander verschoben werden konnten. Eine derartige Druckwirkung konnte während oder nach der Faltung entstehen. Der erstere Fall ist häufiger und einfacher zu erklären. Verschiebungen dieser Art sind dadurch kenntlich, daß die Falten auf beiden Seiten der Kluft verschiedenartig ausgebildet sind (Abb. 33), weil infolge des Trennungsrisses beide Gebirgskörper verschieden bewegt werden konnten. Als Beispiel sei die im Ruhrbezirk in der Gegend von Langendreer auftretende „Wieschermühlenstörung"[1]) genannt, auf deren beiden Seiten dieselben Flözgruppen in ganz verschiedener Faltenausbildung aufgeschlossen sind.

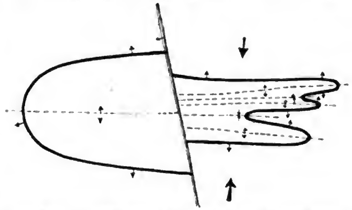


Abb. 33. Grundriß einer vor oder während der Faltung entstandenen Verschiebung.

Im übrigen zeigen die Verschiebungen annähernd dieselben Eigenschaften wie die Sprünge. Auch kann an Verschiebungsflächen später ein Absinken von Gebirgschollen erfolgen, so daß die Verschiebung dann in einen Sprung übergeht. Im Ruhrbezirk ist allerdings das Bewegungsmaß und die streichende Erstreckung der Verschiebungen geringer als bei den Sprüngen. Die größte hier bis jetzt beobachtete Verschiebung, die durch die Zechen Kurl und Massen bei Dortmund bekannt geworden ist, hat man auf etwa 5 km Länge bei einer söhligen Verschiebung von 400—500 m aufgeschlossen[1]).

c) Die betriebliche Bedeutung der Lageveränderungen für den Bergbau.

43. — Gebirgsbewegungen und Wert der Grubenfelder. Die verschiedenartigen Gebirgsbewegungen haben die Mineralführung der Grubenfelder in der mannigfaltigsten Weise beeinflußt und teilweise scharfe Unterschiede hinsichtlich des Wertes der Felder geschaffen. Besonders deutlich tritt dieses Verhältnis im Steinkohlenbergbau hervor. Der Zusammenschub der Schichten durch die Faltung bedeutet im allgemeinen in einem flözreichen Gebirgsmittel eine Erhöhung des Kohlenreichtums. Den Einfluß von Überschiebungen mit ihrer „Doppellagerung" zeigt Abb. 34. Das Grubenfeld hat hier infolge einer Überschiebung eine wertvolle Flözfolge in geringer Teufe zweimal zu erwarten. Umgekehrt wird eine Grube, in deren Feld ein

[1]) Sammelwerk Bd. I, S. 154. — Jedoch streitet Dr. Lehmann in dem auf S. 30 am Schluß von Anm. [1]) angeführten Aufsatz (S. 27 daselbst) dieser Störung die Eigenschaft einer Verschiebung ab und führt seinerseits als gutes Beispiel die Verschiebung von Zeche Trappe mit rund 500 m Bewegung an.

flözleeres oder flözarmes Mittel doppelt auftritt, stark benachteiligt. Die Bedeutung von Sprüngen zeigt sich namentlich bei Horst- und Grabenver-

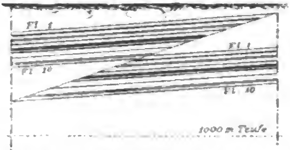


Abb. 34. Erhöhung des Mineralreichtums durch Doppellagerung.

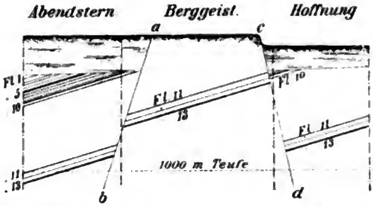


Abb. 35. Beeinflussung des Mineralreichtums durch Verwerfungen.

werfungen. Ein Beispiel gibt Abb. 35, die auch die Beeinflussung der Deckgebirgsverhältnisse durch Verwerfungen erkennen läßt. Die auf dem Horste bauende Grube „Berggeist" hat in ihrem Felde nur noch ein flözarmes Gebirgsmittel und ist dadurch in der Flözführung erheblich benachteiligt gegenüber der Nachbargrube „Abendstern", in deren Feld die flözreiche Gruppe durch Absinken an der Kluft entlang erhalten geblieben ist. Dafür ist allerdings hinsichtlich der Deckgebirgsverhältnisse die Grube „Berggeist" wieder im Vorteil, da außer der reichen Flözgruppe auch das Deckgebirge in ihrem Felde wieder abgetragen worden ist. Besonders ungünstig liegen die Verhältnisse im Felde der Grube „Hoffnung". Hier ist der Verwurf an der Kluft *c d* erst nach Zerstörung des größten Teiles der reichen Flözgruppe eingetreten und hat dem Meere Zutritt in dies Gebiet verschafft, so daß die hier fast ausschließlich noch in Betracht kommende und ohnehin erst in großer Tiefe zu erwartende kleine Flözgruppe *11—13* erst nach Durchteufung eines rund 150 m mächtigen Deckgebirges erreicht werden kann.

II. Lagerstättenlehre.

Allgemeiner Teil.

44. — **Einteilung der Lagerstätten.** Die Lagerstätten können nach verschiedenen Gesichtspunkten, z. B. nach ihrer Entstehungsweise, nach ihrer äußeren, für die bergmännische Gewinnung bestimmenden Gestalt oder nach den nutzbaren Mineralien, die sie enthalten, unterschieden werden.

Digitized by Google

Die Entstehungsweise ist gleichzeitig maßgebend für die Beziehungen zwischen Lagerstätte und Nebengestein nach Alter und Lagerung. Allgemein können[1]) die Lagerstätten zunächst eingeteilt werden in solche, die gleichzeitig oder annähernd gleichzeitig mit dem Nebengestein gebildet worden sind (syngenetische Lagerstätten), und in solche, die später als das Nebengestein entstanden sind (epigenetische Lagerstätten).

Die syngenetischen Lagerstätten umfassen folgende Hauptgruppen:

1. Magmatische (Schmelzfluß-)Ausscheidungen. Sie entstanden im Gefolge vulkanischer Vorgänge, indem aus Schmelzflüssen, die in der flüssigen Gesteinsmasse Metallverbindungen enthielten, diese sich beim Erkalten absonderten und ansammelten.

2. Geschichtete Lagerstätten, d. h. solche, die durch Absatz von irgendwelchen Ablagerungen nutzbarer Mineralien entstanden, also auf ihrem Liegenden abgelagert und später von ihrem Hangenden wieder bedeckt worden sind.

3. Seifen[2]). Sie wurden durch die zerstörende und wieder ablagernde Wirkung eines Gebirgswassers oder auch der Meeresbrandung gebildet, indem bereits vorhandene Lagerstätten nebst ihrem Nebengestein angegriffen und zernagt und Mineral sowohl wie Gestein in größeren und kleineren Bruchstücken als Gerölle fortgeführt und an ruhigeren Stellen in kies- oder sandartiger Form wieder abgelagert wurden.

Zu den epigenetischen Lagerstätten gehören:

1. Hohlraumausfüllungen (besonders die Erzgänge), dadurch gebildet, daß Wasser oder heiße Dämpfe und Gase Spalten und sonstige Hohlräume im Gebirge, in denen sie sich bewegten, mit Mineralausscheidungen der verschiedensten Art ganz oder teilweise ausgekleidet haben.

2. Berührungs-(Kontakt-)Lagerstätten, entstanden durch die Einwirkung der von schmelzflüssigen Eruptivgesteinen ausgehenden Wärmewirkungen im Verein mit Gasen und heißen mineralhaltigen Wassern auf anstehendes Gestein. Hierdurch bildeten sich sowohl entlang der Berührungsfläche (dem „Kontakt") zwischen den beiden Gesteinsarten als auch in der weiteren Umgebung Erzausscheidungen verschiedenster Art.

3. Metasomatische oder Austausch-Lagerstätten. Diese sind dadurch entstanden zu denken, daß Minerallösungen, die durch irgendwelche Spalten Eingang in das Gebirge fanden, dieses im Wege des Austausches durch Metall- und sonstige Mineralverbindungen mehr oder weniger zersetzt haben, so daß die Metallverbindungen nunmehr großenteils den Gebirgskörper bilden, während die durch sie verdrängten Verbindungen vom Wasser in Lösung fortgeführt wurden. Derartige Lagerstätten kommen hauptsächlich in dem verhältnismäßig leichtlöslichen Kalkgebirge vor.

4. Tränkungs-(Imprägnations-)Lagerstätten, dadurch gebildet, daß Wasser oder heiße Dämpfe, die mit Metallverbindungen beladen waren, in poröse Gebirgschichten eingedrungen sind und die Poren mit diesen

[1]) Vgl. z. B. Beyschlag, Krusch und Vogt: Die Lagerstätten der nutzbaren Mineralien und Gesteine, (Stuttgart, Enke), 1910, I. Band (Erzlagerstätten), S. 13 u. f.

[2]) „Seife" ist nichts anderes als die westfälische Bezeichnung „Siepen" für ein ausgetrocknetes Bach- oder Flußtal.

Digitized by Google

Verbindungen angefüllt (das Gestein „imprägniert") haben. Solche Lagerstätten sind vorzugsweise an Sand- und Sandsteinschichten gebunden. In diese Gruppe gehören auch die dem Ruhrkohlenbergmann geläufigen Konkretionen, die man sich dadurch entstanden denkt, daß die Metallösungen nicht gleichmäßig alle Poren durchsetzten, sondern ihre Verbindungen an einzelnen Stellen ablagerten, die besonders günstige Bedingungen dazu boten, insbesondere um Pflanzen- und Tierreste herum. Bekannt sind namentlich die Toneisenstein-Konkretionen (Sphärosiderite). Auch die Petroleumsande im Elsaß, in der Lüneburger Heide und anderswo sind zu den Tränkungslagerstätten zu rechnen.

Aus diesen verschiedenen Entstehungsvorgängen ergeben sich auch verschiedene äußere Begrenzungen der Lagerstätten. Ebenso ist dadurch auch in gewissem Umfange eine Verschiedenheit der Mineralführung bedingt, da z. B. ein Salzvorkommen niemals durch einen vulkanischen Ausbruch, eine Kohlenlagerstätte niemals als Gang gebildet werden konnte. Faßt man alle diese Gesichtspunkte zusammen, so ergibt sich etwa die nebenstehende Übersicht.

Bezüglich der Mineralführung der Lagerstätten sei noch zusammenfassend bemerkt, daß der Bergmann unterscheidet:

1. Lagerstätten mineralischer Brennstoffe (Stein- und Braunkohle, Erdöl),
2. Lagerstätten von Erzen, d. h. Verbindungen der Metalle, aus denen sich diese erschmelzen lassen,
3. Lagerstätten wasserlöslicher Salze (Steinsalz und Kalisalze verschiedenster Zusammensetzung) und
4. Lagerstätten von Mineralien, die verschiedenartigen Verwendungszwecken dienen, wie Asphalt, Glimmer, Asbest, Grafit, Diamanten und Halbedelsteine (Topas, Rubin, Smaragd, Beryll, Granat, Türkis usw.), Meerschaum, Bernstein.

A. Besprechung der Lagerstätten nach ihrer äußeren Begrenzung[1]).

45. — **Flöze.** Unter einem Flöz verstehen wir eine syngenetische Lagerstätte in geschichtetem Gebirge, die eine im Verhältnis zur Länge und Breite geringe Dicke, d. h. eine im Verhältnis zur Flächenausdehnung sehr geringe Mächtigkeit besitzt und sich durch nahezu gleichlaufende Begrenzungsflächen auszeichnet. Als Beispiel für die Größe der Flächenerstreckung im Verhältnis zur Flözstärke sei das Flöz Mausegatt des Ruhrkohlenbezirks genannt, das sich bei einer Mächtigkeit von 1 bis 2 m über eine Fläche von mindestens 2000 qkm (die Falten eingeebnet gedacht) erstreckt, so daß es verglichen werden kann mit einem Blatte feinsten Seidenpapiers ($^1/_{40}$ mm stark), das sich über eine Fläche von etwa 5 m Breite und 7 m Länge ausbreitet. Was die Gleichförmigkeit betrifft, so ist diese allerdings im strengsten Sinne nur ganz ausnahmsweise vorhanden; jedoch verschwinden die örtlichen Schwankungen in der Mächtigkeit vollkommen gegenüber der großen Flächenerstreckung.

[1]) Die Unterscheidung der Lagerstätten nach ihrer Gestalt ist nicht scharf. Die hier gegebene Einteilung beruht auf dem alten bergmännischen Sprachgebrauch; vgl. im einzelnen Veith: Deutsches Bergwörterbuch (Breslau, Korn), 1870.

Digitized by Google

Überblick über die wichtigsten Arten der Lagerstätten.

	Bezeichnung der Lagerstätten nach der Entstehung	Bergmännische Benennung nach der Gestalt der Lagerstätten	Inhalt der Lagerstätte an nutzbaren Mineralien	Altersverhältnis zwischen Nebengestein und Lagerstätte. Diese ist
syngenetische Lagerstätten	1. Schmelzfluß-Ausscheidungen	Stöcke, Butzen, Nester	vorwiegend Magneteisenerz und Magnetkies	gleichalterig mit dem Nebengestein
	2 Geschichtete Lagerstätten	Flöze, Lager, Linsen	Stein- u. Braunkohle, Salze aller Art, verschiedene Erze	jünger als ihr Liegendes, älter als ihr Hangendes
	3. Seifen	Seifen	Platin, Gold, Zinnstein, Edelsteine, Halbedelsteine, Magneteisenerz, seltene Erden	jünger als ihr Liegendes, älter als ihr Hangendes
epigenetische Lagerstätten	1. Hohlraumausfüllungen	Lager, Gänge, Stockwerke, Stöcke, Butzen, Nester	Erze aller Art	jünger als das Nebengestein
	2. Berührungs-(Kontakt-) Lagerstätten	Lager, Stöcke, Butzen, Nester	Erze aller Art	gleichalterig mit dem Eruptivgestein, jünger als das anstehende Gebirge
	3. Austausch-(metasomatische) Lagerstätten	Stöcke, Stockwerke, Butzen, Nester	Erze aller Art	jünger als das Nebengestein
	4. Tränkungs-(Imprägnations-) Lagerstätten	Stöcke, Butzen, Nester, Lager, Flöze, Konkretionen	Erze aller Art, Salze, Erdöl	jünger als das Nebengestein

Das Einfallen der Flöze kann ganz verschieden sein, da die ursprüngliche, söhlige oder doch nur schwach geneigte Lage in vielen Gegenden im Laufe der Zeit durch die gebirgsbildenden Kräfte in der mannigfachsten Weise geändert worden ist.

Beispiele von Flözlagerstätten bieten die Stein- und Braunkohlenflöze aller Himmelstriche, das seit Jahrhunderten bekannte und gebaute Mansfelder Kupferschieferflöz, die goldführenden Konglomeratflöze Transvaals u. a.

46. — **Lager**[1]). Als Lager bezeichnet man geschichtete Lagerstätten,

[1]) Über die Bedeutung des Wortes nach dem bergmännischen Sprachgebrauch vgl. z. B. Lottner: Leitfaden zur Bergbaukunde, (Berlin, Springer), 2 Aufl., 1873, Bd. I, S. 23.

Digitized by Google

die ihrer Entstehung und ihrem Verhalten nach den Flözen nahestehen, sich von diesen aber durch eine im Verhältnis zur Mächtigkeit geringe Flächenausdehnung und durch eine unregelmäßige, meist nach den Seiten hin sich „auskeilende" Gestalt unterscheiden (vgl. Abb. 36 u. 37). Ihre

Abb. 36. Schwedisches Eisenerzlager (schwarz). Nach Beck.

Abb. 37. Schematisches Profil durch einen Teil der Minette-Ablagerungen. Nach van Werveke.

Mächtigkeit kann unter Umständen außerordentlich groß werden; so finden wir z. B. bei den deutschen Stein- und Kalisalzlagern Mächtigkeiten bis zu etwa 500 m.

Wie die Flöze können auch die Lager, durch spätere Gebirgsbewegungen aus ihrer ursprünglich söhligen Lage aufgerichtet, ein ganz verschiedenes Einfallen haben, so daß z. B. das altberühmte Kupfer- und Bleierzlager des Rammelsberges bei Goslar sogar überkippt liegt (vgl. auch Abb. 36 links).

Als Lager sind außer den bereits genannten Salz- und Erzlagerstätten u. a. anzusprechen die überaus reichen schwedisch-norwegischen Magneteisensteinvorkommen (Abb. 36). Im übrigen läßt sich zwischen Flözen und Lagern vielfach keine scharfe Grenzlinie ziehen, da auch die ersteren nicht auf beliebige Erstreckungen ihre regelmäßige Gestalt beibehalten und auch oft große Mächtigkeiten zeigen. Braunkohlenlagerstätten z. B. kann man häufig sowohl den Flözen als auch den Lagern zurechnen. Auch für die reichen Brauneisenstein-(„Minette-") Ablagerungen Lothringens (Abb. 37) lassen sich beide Bezeichnungen rechtfertigen. Von den Steinkohlenvorkommen können vielfach diejenigen als Lager bezeichnet werden, deren Grundstoffe nicht an Ort und Stelle gebildet, sondern durch Zusammenschwemmung angehäuft worden sind (vgl. Ziff. 58).

47. — **Gänge.** Die Gänge sind epigenetische Lagerstätten, entstanden durch Ausfüllung von Klüften, wie sie durch die gebirgsbildenden Vorgänge aufgerissen wurden. Die Ausfüllung kann durch kalte oder warme, von oben niederfallende oder von unten aufsteigende Gebirgswasser oder auch durch heiße, aus dem Erdinnern aufsteigende Dämpfe erfolgt und vollständig oder unvollständig sein. Bei den für den Bergmann wichtigsten

Digitized by Google

Gängen, den **Erzgängen**, sind Erze aller Art an der Ausfüllung in verschiedenem Grade beteiligt. Die Gänge können also, bildlich gesprochen, mit mehr oder weniger ausgeheilten und vernarbten Wunden der Erdrinde verglichen werden.

Abb. 38. Idealprofil eines Erzganges.

Abb. 39. Firstenstoß in einem zusammengesetzten Erzgang. *S* Nebengestein, *B* Lettenbesteg, *Q* Quarz, *B* Bleiglanz, *Z* Zinkblende.

Verschiedentlich hat man, entsprechend dem Harzer Bergmannspruch „es wachse das Erz!", den Vorgang der Erzabscheidung in Gangspalten noch jetzt verfolgen können.

Gemäß ihrer Entstehungsweise zeigen die Gänge die folgenden Eigentümlichkeiten:

Ihr Verlauf und ihre Begrenzung ist vollkommen unregelmäßig, indem das Gestein je nach seiner größeren oder geringeren Widerstandsfähigkeit, Härte, Sprödigkeit usw. mehr oder weniger weit entweder glatt oder durch ein Netz von Spalten aufgerissen worden ist. Daher kann der Hauptriß, ähnlich wie die Setzrisse in Häusern, mehr oder weniger abgelenkt, zerteilt oder von Nebenrissen begleitet werden, so daß bald eine einzige breite oder schmale Kluft, bald an deren Stelle ein Netz von schmalen Spalten auftritt, bald Seitenklüfte (Trümmer) von der Hauptspalte ausgehen, die ihrerseits als „**Bogentrümmer**" sich weiterhin wieder mit der Kluft vereinigen („scharen") oder als „**Diagonaltrümmer**" die Verbindung mit einem Nachbargang herstellen können usw (s. Abb. 38). Nach diesem verschiedenen Verhalten unterscheidet man „einfache Gänge" (Abb. 38), d. h. Ausfüllungen einfacher, glatter Gebirgspalten, und „zusammengesetzte Gänge" (Abb. 39, die gleichzeitig ein Bild der Ausfüllung gibt), bestehend aus einem vollständigen Netz von erzführenden Klüften, die mehr oder weniger große und mehr oder weniger zertrümmerte Teile des Nebengesteins zwischen sich einschließen. Die ersteren finden ihr Gegenstück in den einfachen Störungsklüften, die letzteren in den breiten „Störungszonen" des Flözbergbaues. Während die einfachen Gänge deutliche Begrenzungsflächen („**Salbänder**") aufweisen, findet man solche bei zusammengesetzten Gängen nur an einer

Digitized by Google

Seite oder gar nicht, indem es nach einer Seite oder nach beiden Seiten hin der Willkür des einzelnen Beurteilers überlassen bleibt, welche der vielen Teilklüfte er als Grenzkluft des ganzen Ganges auffassen will. — Die Salbänder sind häufig durch „Lettenbestege“ gekennzeichnet.

Ferner ist das Einfallen der Gänge in der Regel steil, entsprechend dem steilen Einfallen der Gebirgspalten (vgl. Ziff. 34).

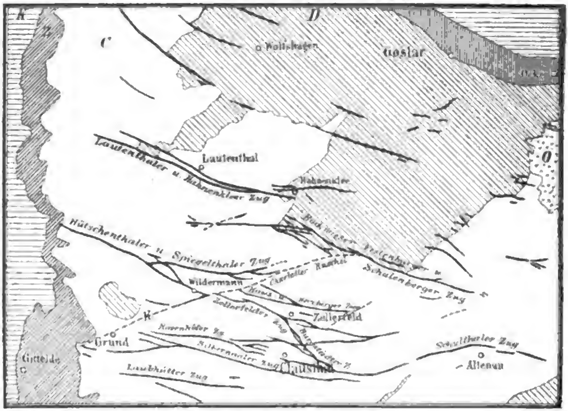


Abb. 40. Gangkärtchen des Oberharzes[1]). Nach Klockmann. *C* Kulm, *D* Devon, *Z* Zechstein, *R* faule Ruscheln.

Das Alter der Gänge ist verhältnismäßig gering, da ja schon die Spalten selbst bedeutend jünger sein müssen als die umgebenden Gebirgschichten, die Ausfüllungsmassen der Spalten aber meist wiederum, und zwar vielfach erheblich, jünger sind als diese selbst. Wie die gewöhnlichen Gebirgsklüfte können auch die Gänge ein ganz verschiedenartiges Streichen haben; jedoch ist das Streichen der Gänge einer und derselben Gegend vielfach gleichmäßig, wie z. B. die Darstellung der Gangzüge des Oberharzes in Abb. 40 deutlich erkennen läßt.

Gänge finden wir überall, wo die gebirgsbildenden Kräfte sich haben entfalten können. Als deutsche Gangbergbaugebiete seien genannt: Der Harz (Clausthal, Grund, St. Andreasberg), das sächsische Erzgebirge (Freiberg, Annaberg), Nassau und das Siegerland[2]), das südlich an den Ruhrbezirk anschließende Gebiet von Velbert, Selbeck, Lintorf, die nördliche Eifel (vgl. auch die Zusammenstellung auf S. 12).

[1]) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes. 1899, S. 135; Gebhardt: Beiträge zur Kenntnis der Beziehungen zwischen Erzgängen und faulen Ruscheln des nordwestlichen Oberharzes (Taf. IV, Fig. 1).

[2]) Vgl. die ausführliche Darstellung bei Bornhardt: Über die Gangverhältnisse des Siegerlandes und seiner Umgebung, (Berlin, Geolog. Landesanstalt), 1912.

Digitized by Google

48. — Stöcke, Butzen, Linsen, Nester. Als Stöcke (Abb. 40—43) bezeichnet der Bergmann mehr oder weniger große, unregelmäßige, meist undeutlich begrenzte Gebirgskörper, die nutzbare Mineralien enthalten. Derartige Mineralvorkommen können, wie die Übersicht auf S. 37 zeigt, sowohl zu den syngenetischen (Abb. 42) als auch zu den epigenetischen Lagerstätten (Abb. 41, 43 und 44) gehören.

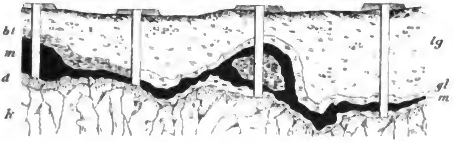


Abb. 41. Stockförmige nassauische Manganerzlagerstätten (epigenetisch). Nach Riemann. *m* Erz, *k* Kalkstein, *d* Dolomit, *bt* Ton, *gl* Letten, *lg* Letten mit Geschieben.

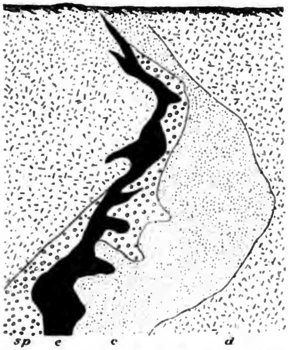


Abb. 42. Kupfererzstock von Monte Catini in Toskana (syngenetisch). Nach G. vom Rath. *e* Erz, *sp* Serpentin, *c* Konglomerat, *d* Diabas.

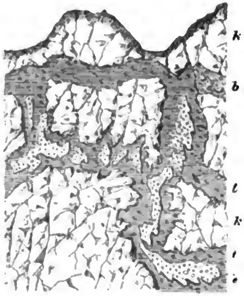


Abb. 43. Stockförmiges schweizerisches Brauneisenerzvorkommen (epigenetisch). Nach Greßly. *e* Erz, *t* Ton, *k* Kalk, *b* Kalktrümmer.

Stöcke der letzteren Art finden sich aus dem auf S. 35 genannten Grunde vorzugsweise in dem leicht zersetzbaren Kalkgebirge, und zwar treten sie teils mitten im Kalkstein (Abb. 43), teils an der Grenze zwischen diesem und den benachbarten Gebirgschichten (Abb. 41) auf.

Untergeordnet können Stöcke auch durch nachträgliche Zusammenstauchung von Flözen oder Lagern infolge seitlichen Gebirgschubes entstanden sein (Salzstöcke in Norddeutschland, vgl. auch Abb. 47 auf S. 43).

Unter Butzen, Linsen und Nestern versteht man Stöcke von geringem Umfange (Abb. 44).

Beispiele für Erzstöcke bieten außer den Abbildungen die Zinkerzlagerstätten (im Kalkstein) von Altenberg bei Aachen, Beuthen in Ober-

Digitized by Google

schiefern, Raibl in Kärnten u. a. Butzen, Linsen und Nester sind u. a. viele kleine Eisen- und Manganerzlagerstätten in Nassau und Hessen.

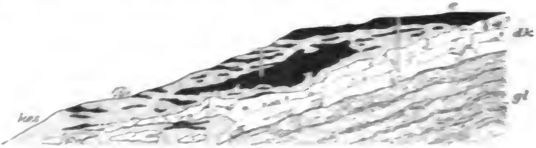


Abb. 44. Eisenerz-Lager, -Linse und -Nester auf Elba [illegible]. Nach Fabri. e Erz, dk dolomitischer Kalkstein, gl Glimmerschiefer, kes Kalk-Eisen-Silikatgestein.

49. — Stockwerke. Stockwerke sind massige Gesteinstöcke, die netzartig von zahllosen Erzgängen durchschwärmt sind, von denen aus auch die zwischenliegenden Gebirgsmittel mit Erzen durchsetzt sind, so daß die ganze Masse abbauwürdig wird und eine Lagerstätte entsteht, die gegen das Nebengestein nicht scharf abgegrenzt und einem zusammengesetzten Erzgange ähnlich ist.

Die bekanntesten Stockwerke sind die Zinnerzlagerstätten im sächsischen Erzgebirge, teils auf deutschem, teils auf böhmischem Gebiet.

50. — Seifen. Die Seifen können nach ihrer auf S. 35 geschilderten Entstehungsweise auch als „Trümmerlagerstätten" bezeichnet werden. Daß die nutzbaren Mineralien, trotzdem sie vom Wasser gleichzeitig mit den Trümmern des Nebengesteins fortgeführt wurden, sich von diesem absondern und zu regelrechten Lagerstätten zusammengeschwemmt werden konnten, erklärt sich daraus, daß während des Wassertransportes durch Fortführung der leichten (tauben) und Zurücklassung der schweren (erzhaltigen) Trümmerstücke

Abb. 45. Idealer Längsschnitt durch eine Goldseife. Nach Beck. G Gold, s Schiefer, k Kalkstein, d Eruptivgestein, g Kies, c Geröll, l Lehm, t Torf.

gleichzeitig eine natürliche Aufbereitung stattfand. Entsprechend dieser Entstehungsweise ist der Gehalt der Seifen an nutzbaren Mineralien auf solche beschränkt, die diese rauhe Behandlung ertragen konnten, d. h. die (wie Diamanten und Halbedelsteine) hart genug waren, um der Zermahlung zu Schlamm zu entgehen, oder (wie Gold, Platin, Zinnstein und gewisse Eisenerze) schwer genug, um sich frühzeitig abzusetzen.

Digitized by Google

Man bezeichnet die Seifen folgerichtig auch als „sekundäre“ („aus zweiter Hand gebildete“) Lagerstätten.

Als bekannte Beispiele von Seifen seien hier vor allem genannt die Goldseifen Kaliforniens und Alaskas (Klondyke), die Gold- und Platinseifen des Uralgebirges sowie die Zinnseifen Cornwalls und der ostindischen Inseln Banka und Billiton. Auch die südwestafrikanischen Diamantvorkommen sind als Seifen gedeutet worden. Sie haben mit anderen Diamantlagerstätten, die als Seifen aufzufassen sind (z. B. brasilianischen), die meist geringe und gleichmäßige Größe der Steine gemeinsam, die auf einen Wassertransport hinzudeuten scheint. In den meisten Flüssen bilden sich noch heute vor unseren Augen Seifen, da der Flußsand fast immer goldhaltig ist und in früheren Zeiten in Deutschland (wie noch jetzt in verschiedenen tropischen Ländern) verschiedentlich auf Gold verarbeitet worden ist.

B. Unregelmäßigkeiten im Verhalten der Lagerstätten.

51. — **Wechsel in der Mächtigkeit.** Eine sehr häufige Erscheinung ist der namentlich in Kohlenflözen zu beobachtende Wechsel der Mächtigkeit, indem das Flöz bald (Abb. 46) „verdrückt“ erscheint, bald „sich wieder auftut“, bald auch „Stöcke“ oder „Säcke“ von ungewöhnlicher Mächtigkeit bildet (vgl. Abb. 47). Eine Lagerung, die einen ziemlich regelmäßigen Wechsel

Abb. 46. Verdrückung.

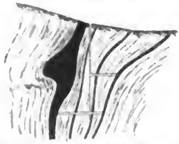


Abb. 47. Die „grande masse“ von Ricamarie bei St. Etienne. Nach Burat.

von Verdrückungen und Anschwellungen zeigt, wird in Nordfrankreich und Belgien, wo sie vielfach beobachtet ist, als „Rosenkranz-Lagerung“ bezeichnet[1]). Verschwindet eine Lagerstätte vollständig, ohne daß eine Verwerfung vorliegt, so sagt man: „sie keilt sich aus“; vielfach leitet aber in solchen Fällen noch ein Lettenbesteg zu der Fortsetzung der Lagerstätte hin-

Abb. 48. „Mauern“ in Kohlenflözen. Nach Prietze[2]).

über. Im Saarbezirk ist verschiedentlich das Auftreten von Tonkeilen, sog. „Mauern“, in den Flözen beobachtet worden (Abb. 48). Ähnliche Erschei-

[1]) Demanet: Betrieb der Steinkohlenbergwerke, Übersetzung von Kohlmann u. Grahn, (Braunschweig, Vieweg), 1905, S. 35.

[2]) Der Steinkohlenbergbau d. Preuß. Staat. in der Umgebung von Saarbrücken, (Berlin, Springer), 1904, I. Teil, S. 61.

Digitized by Google

nungen wie in den Lagerstätten selbst können in den sie trennenden Zwischenmitteln auftreten. Dadurch können dann benachbarte Lagerstätten, die in einer Gegend durch ein starkes Zwischenmittel getrennt sind, an anderen Stellen nahe zusammenliegen oder auch eine einzige Lagerstätte von entsprechend großer Mächtigkeit bilden, in der das bis auf wenige Zentimeter zusammengeschrumpfte Gesteinsmittel nur noch als dünnes „Bergmittel" auftritt. Diese Erscheinung ist z. B. im Ruhr- und besonders im Saarbezirk häufig zu beobachten. In großem Maßstabe, nämlich bei ganzen Schichtenfolgen und auf große Erstreckungen hin, tritt sie in der Saarbrücker Fett- und Flammkohlengruppe und in Oberschlesien auf (vgl. die unten folgende Beschreibung dieser Steinkohlenbecken). Erwähnenswert sind auch die Einlagerungen von Geröllen und anderen Mineraleinschlüssen[1]).

Die Entstehung dieser Unregelmäßigkeiten ist teils auf besondere örtliche Verhältnisse bei der Bildung der Lagerstätten, teils auf spätere Auswaschungs- oder Druck-(Stauchungs-)Erscheinungen zurückzuführen.

52. — **Wechsel in der Mineralführung der Flöze und Lager.** Ebenso wie die Mächtigkeit kann auch die Mineralführung der Flöze und Lager unregelmäßig sein. Kohlenflöze können stellenweise „versteinen", flözartige Erzlagerstätten „vertauben". Die letztere Erscheinung liegt in großem Maßstabe beim Mansfelder Kupferschieferflöz vor, das man im Westen und Nordwesten des Ruhrkohlenbezirks erzleer oder doch nur mit geringen Spuren von Kupfer[2]) wiedergefunden hat. Ausnahmsweise kann auch infolge von Durchbrüchen glutflüssiger Massen aus dem Erdinnern eine örtliche Verkokung der Kohle stattgefunden haben, wofür ein von einer Basaltdecke überlagertes Braunkohlenflöz des Hohen Meißner bei Kassel (Abb. 49)

Abb. 49. Braunkohlenvorkommen am Hohen Meißner bei Kassel.
b Tertiär mit Braunkohle, *B* Basalt.

ein bemerkenswertes Beispiel bietet, da es bis auf 2—5 m Entfernung vom Basalt in eine mehr oder weniger koksähnliche Masse umgewandelt ist. Im Saarbezirk sind derartige Erscheinungen an den Berührungsstellen zwischen Steinkohle und Melaphyr, im Mährisch-Ostrauer Steinkohlenbezirk an den Durchbruchstellen des Basalts in den Steinkohlenflözen beobachtet worden.

53. — **Unregelmäßigkeiten in Erzgängen.** Bei Erzgängen sind hier besonders die Gangablenkungen zu erwähnen, die (Abb. 50) dadurch entstanden sind, daß im Zuge der aufreißenden Gangspalte *G* eine ältere Gangspalte oder eine Schichtfuge *K* übersprungen werden mußte und infolge des hier sich bietenden geringeren Widerstandes der neue Riß auf eine mehr oder

[1]) Glückauf 1904, Nr. 36/37, S. 1164 u. f.; Mentzel: Beiträge zur Kenntnis der Dolomitvorkommen in Kohlenflözen. — 1909, Nr. 32, S. 1137 u. f.; Kukuk: Über Torfdolomite in den Flözen der niederrheinisch-westfälischen Steinkohlenablagerung.

[2]) Glückauf 1912, Nr. 23, S. 909; Kukuk: Über den südlichsten Zechsteinaufschluß im Deckgebirge des rechtsrheinischen Steinkohlengebirges.

Digitized by Google

weniger große Erstreckung *A* der alten Kluft *K* folgte, ehe er in der bisherigen Richtung weiterging.

Auf die übrigen Unregelmäßigkeiten im Verhalten der Gänge wurde im allgemeinen bereits in Ziff. 47 hingewiesen; im einzelnen ist noch folgendes hervorzuheben. Die Mächtigkeit eines und desselben Ganges ist je nach dem Nebengestein verschieden. In festem Gebirge wie z. B. Quarzit reißen einfache Spalten auf, die lange offen bleiben und sich mit reichen Mineralabsätzen füllen können; in mildem Nebengestein, z. B. Schiefer, „zerschlägt“ sich der Gang, d. h. er bildet ein Netz von Gangspalten, die sich bald wieder zudrücken und keinen Raum für reichhaltige Absätze bieten. Auch die Mineralführung und deren Erzgehalt stehen oft in deutlicher Abhängigkeit vom Nebengestein. Die erzreichen Mittel eines Ganges bilden vielfach säulen- oder linsenförmige Partien, sog. „Erzfälle“, in der Gangmasse, die oft bestimmten Nebengesteinschichten in ihrer Fallrichtung folgen. Besonders reich sind in der Regel die Kreuzungstellen zweier Gänge.

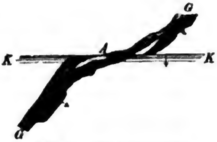


Abb. 50. Gangablenkung.

Besonderer Teil.

Die Steinkohle und ihre Lagerstätten[1]).

a) Entstehung der Steinkohle und der Steinkohlenflöze.

54. — Ausgangstoffe für die Bildung der Steinkohle. Die Steinkohle ist in der weitaus größten Menge aus Pflanzenteilen gebildet worden. Diese Ansicht gründet sich nicht nur auf die zahllosen Stamm- und Blattabdrücke, die im Nebengestein sowohl wie in der Kohle selbst überall gefunden werden, sondern auch auf die Beschaffenheit der Kohle und auf die Beziehungen der Steinkohlen- zu Braunkohlen- und Torflagerstätten. Sie wird durch den heute noch massenhaft zu beobachtenden Übergang von Pflanzenstoffen in mehr oder weniger kohlige Bestandteile vollauf bekräftigt.

Außer aus Pflanzenresten kann in untergeordnetem Maße Steinkohle nach den Untersuchungen von Potonié[2]), der sich um die Vertiefung unserer Kenntnisse auf diesem Gebiete sehr verdient gemacht hat, auch aus tierischen Stoffen gebildet worden sein. Auf dem Boden stehender Gewässer bilden sich nämlich allmählich Schlammanhäufungen („Faulschlamm“), die größtenteils aus faulenden Überresten von wasserbewohnenden Lebewesen und im übrigen aus hineingewehten Pflanzenteilen aus der Nachbarschaft, sowie aus hineingeschlämmtem Ton und Sand bestehen.

55. — Allmähliche Umbildung der Ausgangstoffe zur Kohle. Die Zersetzung abgestorbener Pflanzenteile kann durch Verwesung oder

[1]) Näheres s. bei Kukuk: Unsere Kohlen (Leipzig, Teubner). 2. Aufl., 1920.

[2]) H. Potonié: Die Entstehung der Steinkohle usw., (Berlin, Borntraeger), 5. Aufl., 1910, S. 19 u. f., S. 51 u. f.

Digitized by Google

durch Verkohlung[1]) erfolgen. Durch den Verwesungsvorgang, in dem Wasser und Luftsauerstoff vereint zur Geltung kommen, tritt eine fast vollständige Umwandlung der Pflanzenstoffe in Gase und Wasser ein, so daß keine nennenswerten Reste erhalten bleiben können. Dagegen ist die Verkohlung durch Zersetzung unter Luftabschluß gekennzeichnet, indem die abgestorbenen Pflanzenteile teils durch Wasser, teils durch frisch nachwachsende Pflanzen bedeckt und so der Einwirkung des Sauerstoffs entzogen werden. Vorbedingung für das Zustandekommen dieses Vorgangs ist sumpfiges Gelände. Daher tritt er in unseren deutschen Waldungen meist nur in geringem Maße ein. Hier fallen die oberen Laubschichten großenteils der vollständigen Verwesung anheim; nur in den tieferen Lagen findet eine teilweise Verkohlung statt, die zur Bildung der schwarzen, kohlenstoffreichen sog. „Humuserde" führt, deren Bestandteile aber durch Regengüsse großenteils wieder weggeführt werden. Dagegen haben wir in unseren Torfmooren, deren sumpfiger Untergrund ausreichende Gelegenheit zur Zersetzung unter Luftabschluß bietet, noch heute die ersten Anfänge der Kohlebildung deutlich vor Augen, wenngleich die Pflanzen dieser Moore nicht denjenigen unserer Kohlenflöze (vgl. Ziff. 57) entsprechen.

Die im Untergrunde eines solchen Torfmoores vor sich gehende Verkohlung hat als wichtigstes Ergebnis eine fortgesetzte Anreicherung an Kohlenstoff zur Folge. Mit der Fernhaltung des Luftsauerstoffs beschränken sich nämlich die noch möglichen chemischen Zersetzungsvorgänge auf diejenigen, die mit den in der Pflanzenmasse selbst enthaltenen Elementen (hauptsächlich Sauerstoff und Wasserstoff) bestritten werden können, indem diese sich einerseits unter sich und anderseits mit dem Pflanzenkohlenstoff verbinden können. Dadurch entsteht zunächst Wasser (H_2O), später im wesentlichen Kohlensäure (CO_2); zuletzt, nach dem Verbrauch der Hauptmenge des Sauerstoffs, bilden sich die Kohlenwasserstoffverbindungen, unter denen das leichte Kohlenwasserstoffgas oder Methan (CH_4, wegen seiner Bildung in Mooren auch Sumpfgas genannt) die wichtigste ist. Die in den Pflanzen enthaltenen mineralischen Bestandteile nehmen an der Umsetzung nicht teil, bleiben also zurück und bilden später die Asche der mineralischen Brennstoffe.

Die zurückbleibenden Pflanzenteile, deren zunehmender Kohlenstoffgehalt an der dunkleren Färbung erkennbar wird, bilden sich auf diese Weise allmählich zu Torf um, der in trockenem Zustande bereits etwa 60 % Kohlenstoff enthält. Man bezeichnet die aus Pflanzenteilen gebildete Kohle als „Humuskohle".

Der vorhin erwähnte Faulschlamm macht, da er durch das Wasser vom Luftsauerstoff abgeschlossen ist, ähnliche Wandelungen durch, wie sie eben beschrieben wurden. Nur ist, entsprechend der andersartigen chemischen Zusammensetzung, das Ergebnis ein etwas anderes. Es entsteht nämlich eine wasserstoffreichere Kohle, die sich als eine glanzlose, harte, gleichförmige Masse darstellt, viel Asche (herrührend von den Schlammbeimengungen) enthält, leicht entzündlich ist und mit leuchtender, stark rußender Flamme

[1]) Die Verkohlung wird wissenschaftlich auch als „Inkohlung" bezeichnet, um anzudeuten, daß die Anreicherung des Kohlenstoffgehaltes wegen des Luftabschlusses nur durch innere Umsetzungen vor sich geht.

Digitized by Google

brennt. Eine solche Kohle wird als „Faulschlammkohle“ bezeichnet. Nach dem äußeren Aussehen nennt man diese Kohle auch „Mattkohle“, wogegen die Humuskohle durchweg als „Glanzkohle“ auftritt. Bei uns wird die Mattkohle, abgesehen von dünnen Streifen zwischen der Glanzkohle, hauptsächlich durch gewisse Kohlenlagen vertreten, die mit dem englischen Namen als „Cannelkohle“ bezeichnet werden. Sie bilden meist nur einzelne „Packen“ in Flözen und treten nur untergeordnet auch als selbständige Flöze auf.

56. — **Bildung von einzelnen Kohlenflözen.** Durch fortgesetztes Nachwachsen neuer Pflanzen verdickt sich nun die vorhin betrachtete Torfschicht fortwährend. Meereseinbrüche oder Flußhochfluten können sie dann unter einer Sand-, Kies- oder Schlammschicht begraben, die wiederum den Boden für ein neues Torfmoor abgeben kann, während die Zersetzung der alten Torfschicht und ihre Anreicherung an Kohlenstoff fortschreitet. Auf diese Weise können sich verschiedene Kohlenlager bilden, die durch mehr oder weniger mächtige Gesteinsmittel getrennt sind.

57. — **Unterschiede zwischen jüngeren und älteren Kohlen.** Auf den Torf folgt als die nächste Stufe der Entwicklung die Braunkohle, ein braunes Mineral von etwa 70 % Kohlenstoffgehalt in trockenem Zustande, vielfach mit noch deutlich erkennbaren Pflanzenteilen, häufig mächtige Flöze oder Lager mit Sand-, Kies- oder Tonüberlagerung bildend. Je älter aber eine solche Ablagerung wurde und je mehr Deckgebirge sich darüber lagerte, um so weiter mußte die Umsetzung fortschreiten und um so mehr mußte, teils wegen des fortwährenden Stoffverlustes durch Entgasung, teils wegen der stärkeren Zusammenpressung, die Flözmächtigkeit abnehmen. So ergeben sich dann als weiteres Glied in dieser Entwicklungsreihe unsere Steinkohlenflöze; sie führen dementsprechend Kohle von 75 bis 98 % Kohlenstoffgehalt und ziemlich großer Festigkeit, haben aber nur noch verhältnismäßig geringe Mächtigkeiten.

Allerdings würden nun die gegenwärtig bekannten Braunkohlenflöze nicht in Flöze von genau derselben Beschaffenheit wie die Steinkohlenflöze umgebildet werden können, da sie aus einem wesentlich jüngeren Zeitalter der Erdgeschichte stammen. Die Pflanzenwelt hatte sich daher zur Zeit der Ablagerung dieser Braunkohle bereits erheblich weiter entwickelt und war unseren heutigen Pflanzen wesentlich ähnlicher geworden. Das kommt namentlich darin zum Ausdruck, daß in der Braunkohle außer der Humus- und Faulschlammkohle noch eine dritte Art von mineralischer Kohle auftritt, die in der Steinkohle nicht nachgewiesen werden kann. Es ist dies die aus den Wachs- und Harzausscheidungen („Bitumen“) der Pflanzen herrührende und daher „bituminös“ genannte Kohle, als deren wichtigste Vertreterin die in der Provinz Sachsen bekannte „Schwelkohle“ zu nennen ist, die „verschwelt“ (d. h. trocken abdestilliert) und auf Braunkohlenteer, Solaröl, Paraffin u. dgl. verarbeitet wird. Die Pflanzen der Steinkohlenzeit haben solche Stoffe nicht ausscheiden können.

Da die Bildung von Kohlensäure derjenigen von Methan vorausgeht, so spielt die Kohlensäure in den Gasausströmungen der (jüngeren) Braunkohlenflöze eine größere Rolle als in denjenigen der (älteren) Steinkohlenlagerstätten. Außerdem folgt aus dem vorstehend geschilderten Entwicklungsgang, daß im allgemeinen der Gasgehalt der Steinkohlenflöze um so

Digitized by Google

geringer ist, je älter sie sind. Jedoch ist der Gasgehalt noch von anderen Umständen abhängig und also überhaupt um so geringer, je mehr Gelegenheit die Kohle zur Entgasung gehabt hat (s. d. Abschnitt „Grubenbewetterung“).

Ein dritter Unterschied zwischen jüngeren und älteren Kohlen kommt in dem verschieden großen Sauerstoffgehalt zum Ausdruck. Da nach der oben gegebenen Schilderung des Verkohlungsvorganges der in den vermodernden Stoffen enthaltene Sauerstoff durch die Umsetzungsvorgänge allmählich verbraucht wird, so muß offenbar der Sauerstoffgehalt mit zunehmendem Alter der Kohle abnehmen. In der Tat sind die Braunkohlen bedeutend sauerstoffreicher als die Steinkohlen, und unter diesen enthalten wieder die jüngsten (im Ruhrbezirk die „Gasflammkohlen“, vgl. S. 55 u. f.) bedeutend mehr Sauerstoff als die ältesten (im Ruhrbezirk „Magerkohlen“ genannt).

Die unterscheidende Benennung der Kohlen nach ihrem verschieden hohen Gasgehalt ist nicht einheitlich. Die eben angeführte Bezeichnung „Magerkohle“, die im Ruhrbezirk eine sehr gasarme Kohle bedeutet, wird z. B. im Saarbrücker und oberschlesischen Steinkohlenbergbau für alle nicht backenden Kohlen benutzt und bezieht sich dort auf die sehr gasreichen Flammkohlen.

58. — **Andere Art der Kohlenbildung.** Die im vorstehenden geschilderte Entstehung von Kohlenablagerungen ist dadurch gekennzeichnet, daß die Pflanzen, die den Kohlenstoff erzeugten, an der Stelle des späteren Flözes selbst gewachsen sind und daß mächtige Ablagerungen durch das Wachsen und Vermodern ungezählter Folgen von Wäldern gebildet wurden. Man bezeichnet diese Bildung als die „autochthone“, d. h. „an Ort und Stelle entstandene“ („bodeneigene“). Im Gegensatz dazu ist auch die Möglichkeit gegeben, daß die für die Flözbildung erforderlichen Kohlenstoffmassen durch Zusammenschwemmung großer Mengen von Treibholz und sonstigen Pflanzenteilen durch Flüsse oder Meeresströmungen angehäuft worden sind. Die so entstandenen Kohlenlager werden als „allochthone“, d. h. „anderswo gewachsene“ oder „bodenfremde“, bezeichnet.

Wie leicht erklärlich, zeichnen die an Ort und Stelle entstandenen Kohlenvorkommen sich durch große Ausdehnung und Regelmäßigkeit und durch großen Gesamt-Kohlenreichtum sowie durch konkordante Ablagerung auf dem Untergrunde aus. Außerdem sind sie in der Regel durch Meereseinlagerungen gekennzeichnet, die darauf schließen lassen, daß die Bildung an flachen Meeresküsten erfolgte und von Zeit zu Zeit durch Meereseinbrüche und -ablagerungen unterbrochen wurde. Daher fällt der Begriff der autochthonen Kohlenbildungen im großen und ganzen mit demjenigen der „paralischen“ (an der Meeresküste entstandenen) Ablagerungen zusammen. Anderseits gehören die allochthonen Steinkohlenflöze durchweg zu den „limnischen“ (Binnensee-)Bildungen, die durch Ausfüllung vorhandener Becken in älteren Gebirgschichten zu erklären und durch diskordante Auflagerung auf diese, sowie durch geringen Gesamtkohlenreichtum bei großer Mächtigkeit einzelner Flöze, durch raschen Wechsel der Flözreinheit und -mächtigkeit, vorwiegend grobkörnige Beschaffenheit des Nebengesteins und das Fehlen von Meeresschichten gekennzeichnet sind[1]).

[1]) Vgl. Dannenberg: Geologie der Steinkohlenlager, (Berlin, Borntraeger), I. Teil, S. 22 u. f.

Digitized by Google

Zu den Küsten-Kohlenbecken gehören insbesondere: das rheinisch-westfälische mit den daran sich anschließenden Vorkommen bei Aachen, in Holland, Belgien, Nordfrankreich und England, sowie das oberschlesische. Binnenseebildungen dagegen sind namentlich die sächsischen und böhmischen Steinkohlenablagerungen. Eine Mittelstellung nehmen das Saarbrücker und das niederschlesische Becken ein, die wegen des Fehlens von Meeresablagerungen und wegen ihrer diskordanten Auflagerung auf dem älteren Gebirge sowie wegen der starken Unterschiede in der örtlichen Ausbildung der Flöze Binnenseegepräge tragen, nach Ausdehnung und Flözreichtum jedoch den Küstenablagerungen entsprechen.

Abb. 51. Neuropteris.

59. — **Pflanzenwelt der Steinkohle.** Die Steinkohlen, mit denen wir es zu tun haben, sind nun, wie aus den in ihrer Begleitung gefundenen Pflan-

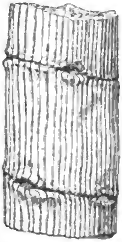


Abb. 52. Calamites.

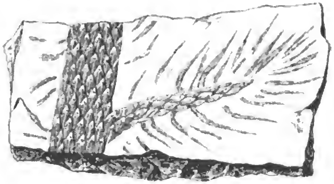


Abb. 53. Lepidodendron.

zen- und Tierresten gefolgert werden muß, nicht aus den in nördlichen Torfmooren heimischen Pflanzen, sondern aus mächtigen, üppig wachsenden Waldungen in Sumpfgegenden mit tropischen Klimaverhältnissen entstanden.

Die Pflanzenwelt, um die es sich hier handelt, ist verhältnismäßig arm an Arten, so daß die damalige Landschaft uns heute als sehr eintönig erscheinen würde. Es treten fast ausschließlich fünf Pflanzengattungen auf, nämlich die Farne (Filices, Abb. 51), die Schachtelhalme (Calamariazeen, (Abb. 52), die Bärlappgewächse, unter denen man wiederum die Schuppenbäume (Lepidodendren, Abb. 53) und die Siegelbäume (Sigillarien, Abb. 54) zu unterscheiden pflegt, und die schilfartige Blätter tragenden Cordaiten, die als „Nacktsamer" zu einer höheren Pflanzengruppe gehören. Die ersten vier Gattungen, deren Vertreter heute in unseren Breiten nur in Zwerggestalt auftreten, waren damals größtenteils baumartig entwickelt. Die Cordaiten haben in der heutigen Pflanzenwelt kein Gegenstück.

Zu erwähnen sind noch die sog. „Stigmarien" (Abb. 55), die man früher als eine besondere Pflanzenart betrachtete, jetzt aber als die Wurzelstöcke

Digitized by Google

der Schuppen- und Siegelbäume erkannt hat, von denen in radialer Anordnung zahlreiche Saugwurzeln ausgehen.

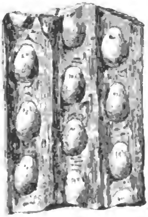


Abb. 54. Sigillaria

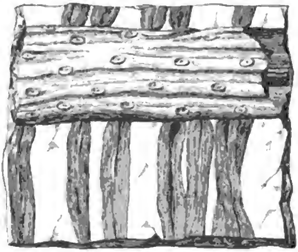


Abb. 55. Stigmaria.

b) Die wichtigsten deutschen Steinkohlenbezirke [1]).

1. Die Ruhr-Lippe-Steinkohlenablagerung [2]).

60. — Begrenzung und Oberflächenverhältnisse. Das rheinisch-westfälische Steinkohlenbecken (s. Abb. 56) erstreckt sich nach den gegenwärtig durch den Grubenbetrieb und durch Bohrlöcher gemachten Aufschlüssen auf der rechtsrheinischen Seite über einen Flächenraum von rund 3260 qkm. Außerdem ist nach den geognostischen Verhältnissen das flözführende Steinkohlengebirge weiter nördlich noch unter einer Fläche von mindestens 2900 qkm als vorhanden anzunehmen. Für die linke Rheinseite kann die Flächenerstreckung nicht bestimmt angegeben werden, da das Becken hier in die holländischen und Aachener Becken übergeht. Der durch den Bergbau gegenwärtig erschlossene Teil des Gebietes hat einschließlich der linksrheinischen Ablagerungen eine größte Erstreckung von 96 km im Streichen und von 45 km in querschlägiger Richtung. Die Begrenzungslinie dieses Bergbaugebietes verläuft etwa über die Orte Sprockhövel, Hattingen, Kettwig, Mülheim, Ruhrort, Mörs, Dinslaken, Dorsten, Sinsen, Datteln, Werne, Ahlen, Unna, Aplerbeck und Witten. Der kleinere südliche Teil, in dem auf einer dreieckigen Fläche von rund 500 qkm das Steinkohlengebirge zutage ausgeht, liegt im Gebiet der Ruhrberge, während das größere nördliche Gebiet sich über das ebene oder flachwellige Gelände des Rheintals, des Münsterlandes und der Soester Börde erstreckt und den von jüngeren Deckgebirgschichten überlagerten Teil der Steinkohlenablagerung in sich schließt.

---

[1]) Vgl. Dannenberg in dem auf S. 48 in Anm. [1]) erwähnten Werke I. Teil, S. 46 u. f. Eine gedrängte Darstellung gibt auch Willert: Die Geologie der fünf größten preußischen Steinkohlenablagerungen, (Leipzig, Jäneke), 1913.

[2]) Vgl. Sammelwerk Bd. I, S. 3 u. f. — Glückauf 1910, Nr. 35/36, S. 1314; Kukuk: Die tektonischen Verhältnisse der niederrheinisch-westfälischen Steinkohlenablagerung. — Glückauf 1913, Nr. 1, S. 1 u. f.; Kukuk und Dr Mintrop: Die Kohlenvorräte des rechtsrheinisch-westfälischen Steinkohlenbezirks. — Zeitschr. d. Deutschen Geolog. Gesellsch., 70. Bd., 1918, Monatsberichte, S. 121 u. f.; Krusch: Die Ausdehnung und Tektonik der nordwestdeutschen Steinkohlengebiete.

Digitized by Google

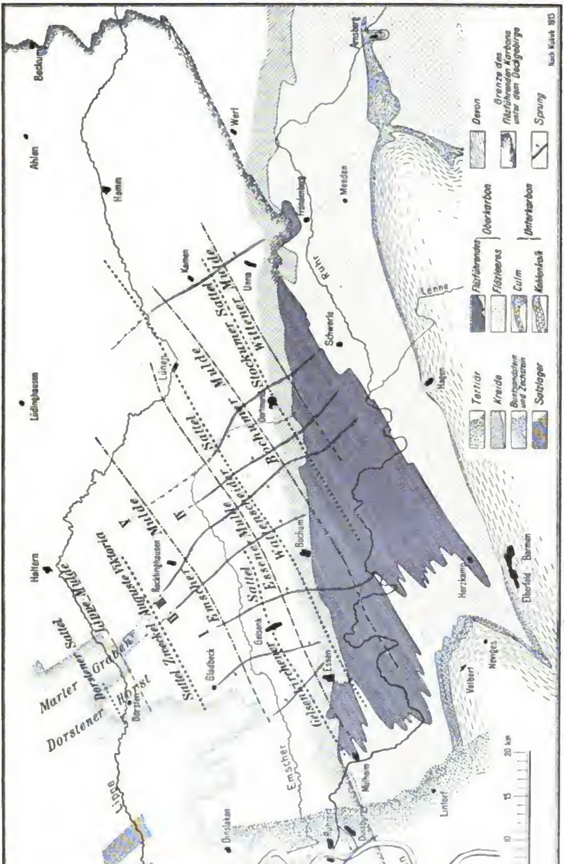


Abb. 56. Übersichtskärtchen des Ruhr-Lippe-Steinkohlenbezirks.

Die Bedeutung des durch den Rhein abgetrennten westlichen Teiles des Beckens wächst beständig, da hier außer den bereits vorhandenen mehrere große neue Schachtanlagen in der Entstehung begriffen sind.

Der wichtigste Fluß des Bergbaugebiets ist die mitten hindurch fließende Emscher. Ihr geringes Gefälle im Mittel- und Unterlauf hat im Verein mit den unvermeidlichen Bodensenkungen große Übelstände herbeigeführt, denen jedoch durch die bereits großenteils vollendete Emscher-Regulierung gründlich abgeholfen worden ist.

Von den auf S. 12 aufgezählten Formationen sind für den Ruhrkohlenbezirk außer dem Steinkohlengebirge selbst das seine Unterlage bildende Devon und die als Deckgebirge zusammengefaßten jüngeren Gebirgsglieder von Wichtigkeit.

α) Das Steinkohlengebirge (Karbon).

61. — Gliederung und Allgemeines. Die Flöze des Ruhrbezirks gehören dem sog. produktiven Karbon oder flözführenden Steinkohlengebirge an. Dieses bildet seinerseits wieder die Oberstufe der gesamten, im Ruhrbezirk entwickelten Karbonformation, wie deren nachstehende Gliederung von oben nach unten (vgl. auch S. 12) zeigt:

Oberkarbon:	Flözführendes Steinkohlengebirge,
	Flözleeres Steinkohlengebirge.
Unterkarbon:	Kulm bzw. Kohlenkalk.

Das Unterkarbon wird im Ruhrbecken vorwiegend durch den Kulm vertreten, eine Aufeinanderfolge von Schiefertonen, Alaunschiefern, Kieselschiefern und Kieselkalken. Sie umfassen als schmales Band den Nord- und Ostabfall des Rheinischen Schiefergebirges. Im Westen tritt an Stelle des Kulms der Kohlenkalk auf, der noch weiter westlich im Aachener und belgisch-nordfranzösischen Bezirk das unmittelbare Liegende des flözführenden Steinkohlengebirges bildet und so den Kulm vollständig ersetzt. Er stellt einen sehr versteinerungsreichen Kalkstein dar, der bei uns unter dem Namen „Marmor“ oder „belgischer Granit“ vielfach zu Waschtischplatten, Fensterbänken u. dgl. Verwendung findet.

Die früher als „flözleerer Sandstein“ bezeichnete Unterstufe des westfälischen Oberkarbons trägt ihren Namen nur zum Teil mit Recht, da der Sandstein gegenüber Sand- und Grauwackenschiefer und Schieferton zurücktritt. Sie wird nach dem Vorschlage von Krusch als „das Flözleere“ bezeichnet. Ihre Mächtigkeit beläuft sich in der Gegend von Barmen auf rund 1000 m.

Als Grenze des Flözleeren gegen das flözführende Steinkohlengebirge sieht die geologische Forschung die unterste „Werksandsteinbank“ der Magerkohlengruppe an, die infolge ihrer Wetterbeständigkeit im Gelände vielfach in Gestalt langgestreckter Rücken hervortritt.

Das flözführende Steinkohlengebirge setzt sich zusammen aus einer Schichtenfolge von Schieferton und Tonschiefer (40—45% der Gesamtmächtigkeit), Sandstein (30—35%), Sandschiefer (10—15%) und Konglomerat (1,5%), die zahlreiche bauwürdige und unbauwürdige Kohlenflöze birgt. Es ist noch nicht in seiner vollen Mächtigkeit bekannt geworden, da

Digitized by Google

Altersverhältnisse und *Leitschichten* des Oberkarbons in den wichtigsten deutschen Steinkohlenablagerungen.

Abteilung	Ruhrbezirk	Saarbrücken			Osnabrück	Aachen	Oberschlesien	Niederschlesien
Obere Abteilung	—	Ottweiler Schichten	Obere	***Hausbrandflöz***	—	—	—	Radowenzer Schichten[1]
	—		Mittlere	***Hirteler Flöze***	—	—	—	
	—		Untere	***Schwalbacher Flöz***	Ibbenbüren und Piesberg	—	Lazisker Schichten	Obere Schwadowitzer Schichten[1] (Idastollner Flözzug)
				Wahlschieder Flöz				
				(Hangender Flözzug)				
Mittlere Abteilung	Obere Gasflammkohlengruppe	Saarbrücker Schichten		***Leaia-Schicht***		Hangende Flözgruppe der Wurm-Mulde	Orzescher Schichten	Untere Schwadowitzer Schichten (Schatzlarer Schichten oder Waldenburger Hangendzug)
			Obere	Flözarme Abteilung	—			
				Holzer Konglomerat				
			Mittlere	Hangende Flammkohlengruppe	—			
				Hangender Tonstein				
				Liegende Flammkohlengruppe				
	Flöz Bismarck			***Liegender Tonstein***				
	Untere Gasflammkohlengruppe Gaskohlengruppe		Untere	Flözarmes Mittel Fettkohlengruppe *(Liegender Flözzug)*	—		Rudaer Schichten	
	Flöz Katharina			***Natzmer-Tonstein***		***Flöz Nr. 6 „Grube Maria"***		
	Fettkohlengruppe			Rotheller Flöze		Liegende Flöze d. Wurm- u. Binnenwerke d. Inde-Mulde		
	Flöz Sonnenschein						***Flöz Veronika***	
Untere Abteilung	Obere Magerkohlengruppe			—	—	Außenwerke der Inde-Mulde	Satteldflöz-Schichten	Waldenburger Schichten (Waldenburger Liegendzug)
	Flöz Mausegatt						***Flöz Pochhammer***	
	Untere Magerkohlengruppe			—	—		Ostrauer Schichten	
	Hauptflöz					***Flöz Traufe***		
	Flözleeres			—	—	Liegende Schichten ***Wilhelminenflöze*** der Inde-Mulde		

[1] Bis jetzt auf deutschem Gebiete nicht angetroffen.

Eigenschaften der Kohlen der wichtigsten deutschen Steinkohlenablagerungen. Nach Broockmann[1].

<table>
<tr><td></td><td></td><td></td><td colspan="7">Niederschlesien</td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td></td><td colspan="8">Oberschlesien</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td></td><td colspan="7">Saarbrücken</td><td colspan="4">Aachen</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td></td><td colspan="3"></td><td colspan="10">Ruhrbezirk</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="5">Flammkohle</td><td>Gaskohle</td><td colspan="3">Kokskohle</td><td colspan="2">Magerkohle</td><td colspan="2">Anthrazit</td></tr>
<tr><td>Zusammensetzung: C</td><td>74</td><td>76</td><td>78</td><td>80</td><td>82</td><td>84</td><td>86</td><td>88</td><td>90</td><td>92</td><td>94</td><td>96</td><td>98</td></tr>
<tr><td>Zusammensetzung: H</td><td>5</td><td>5</td><td>5</td><td>5</td><td>5</td><td>5</td><td>5</td><td>5</td><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td>Zusammensetzung: O</td><td>21</td><td>19</td><td>17</td><td>15</td><td>13</td><td>11</td><td>9</td><td>7</td><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td>D. Verbrennung v. 1 kg liefert W E</td><td>6800</td><td>7100</td><td>7400</td><td>7600</td><td>7800</td><td>8000</td><td>8300</td><td>8500</td><td>8800</td><td>8700</td><td>8500</td><td>8400</td><td>8200</td></tr>
<tr><td>D. Verbrennung v. 1 kg liefert kg Dampf</td><td>8,0</td><td>8,4</td><td>8,7</td><td>9,0</td><td>9,2</td><td>9,4</td><td>9,8</td><td>10,0</td><td>10,4</td><td>10,2</td><td>10,0</td><td>9,9</td><td>9,6</td></tr>
<tr><td>Koks- Ausbeute in %</td><td>50</td><td>53</td><td>55</td><td>60</td><td>63</td><td>65</td><td>70</td><td>75</td><td>78</td><td>80</td><td>90</td><td>95</td><td>98</td></tr>
<tr><td>Koks- Beschaffenheit</td><td>Pulver oder gesintert</td><td>Pulver oder gesintert</td><td>Pulver oder gesintert</td><td>Gesintert</td><td>Gebacken</td><td>Gebacken</td><td>Gebacken</td><td>Gebacken</td><td>Gebacken</td><td>Gesintert</td><td>Pulver</td><td>Pulver</td><td>Pulver</td></tr>
<tr><td>Gehalt an flüchtigen Bestandteilen in %</td><td>50</td><td>47</td><td>45</td><td>40</td><td>37</td><td>35</td><td>30</td><td>25</td><td>22</td><td>20</td><td>10</td><td>5</td><td>2</td></tr>
</table>

[1]) Sammelwerk Bd. I, S. 259.

Digitized by Google

wegen seiner Einsenkung nach Norden hin (s. S. 59) in dieser Richtung bis jetzt immer hangendere Schichten erschlossen worden und noch zu erwarten sind.

Außer den mannigfachen Pflanzenabdrücken enthalten gewisse Schichten des Nebengesteins auch Tierversteinerungen. Diese stellen Reste sowohl von Meeres- wie von Süßwassertieren dar und beweisen damit, daß die Gesteinschichten teils im Meere, teils in Binnenseen und Flußmündungen abgelagert worden sind. Der wichtigste Vertreter der Meeresmuscheln ist Aviculopecten papy-

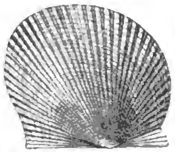


Abb. 57. Aviculopecten papyraceus. Nach Zittel, Palaontologie.

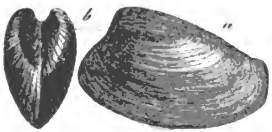


Abb. 58. Anthracosia carbonaria. Nach Haas, Leitfossilien.

raceus (Abb. 57), während unter den Süßwassermuscheln die Gattung Anthracosia (Abb. 58) am häufigsten auftritt. Einzelne Gesteinsbänke sind sehr reich an solchen Resten, doch beschränken diese sich auf wenige Arten.

62. — Flözgruppen. Entsprechend dem oben geschilderten Werdegang der Steinkohle lassen sich auch im Ruhrkohlenbecken nach dem Alter und dem danach sich abstufenden Gasgehalt der Kohle verschiedene Abteilungen innerhalb des produktiven Karbons unterscheiden, über welche die Abb. 59 und die umstehende, in der Reihenfolge vom Hangenden zum Liegenden aufgestellte Übersichtstafel näheren Aufschluß gibt.

Die Abb. 59 hebt die Konglomeratschichten durch punktierte Streifen, die Meeresmuschel-

Abb. 59. Normalprofil durch den bisher erschlossenen Teil der Ruhrkohlenablagerung.

Digitized by Google

Übersicht über die verschiedenen Flözgruppen des Ruhrbezirks.

Der Flözgruppe							Der Kohle						
										Verkokungsergebnis:		Verbrennungsergebnis:	
Name	gegenwärtiger Anteil an der Förderung %	Leitflöz	durchschn. Mächtigkeit m	Nebengestein	Kohlenreichtum in Prozenten der Gebirgsmächtigkeit	Kohlenvorrat[1]) in bauwürdigen Flözen[2]) Mill. t	äußere Beschaffenheit	Kohlenstoffgehalt %	Gasgehalt %	Ausbringen, d. h. Gehalt an festem Kohlenstoff %	Beschaffenheit des Koks	Flamme	Wärmeeinheiten (theoret.)
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.
Gasflammkohlengruppe	21 (zusammen mit Gaskohlengruppe)	Bismarck	1100 und mehr	hangende Schichten: Sandstein und Konglomerat, liegende: Schieferton	1,5—2,4	9 171	hart, stengelig oder würfelig	72—80	38—45	55—62	gesintert	lang, stark rußend	7400—7700
Gaskohlengruppe		Katharina	300	vorwiegend Tonschiefer und Schieferton	2,9—4,1	40 769	glattflächig, mattglänzend	83—85	34—37	62—67	schwach gebacken, weich, schwarz	lang, stark rußend	7700—8100
Fettkohlengruppe	67	Sonnenschein	600	hangende Schichten: vorwiegend Tonschiefer, liegende: Sandstein und Sandschiefer	3,7—4,9	44 795	mäßig fest, erdiger Bruch, glänzend	85—90	21—33	67—78	gut gebacken, fest, silberglänzend	mäßig lang, rußend	8100—8800
Magerkohlengruppe	12	Mausegatt und Hauptflöz	1100	vorwiegend Sandstein, Sandschiefer und Konglomerat	0,5—1,1	22 330	mäßig fest, erdiger Bruch, glänzend	90—98	5—20	78—98	gesintert bis pulverförmig	kurz, klar	8200—8800

[1]) Glückauf 1913, Nr. 1, S. 1 u. f.; Kukuk und Dr. Mintrop: Die Kohlenvorräte des rechtsrheinisch-westfälischen Steinkohlenbezirks.
[2]) Bis 1500 m Teufe und 0,30 m unterer Flözmächtigkeit, nur für den rechtsrheinischen Teil.

Digitized by Google

bänke durch Spiralreihen, die Leitflöze durch beiderseits gesetzte Sternchen hervor.

Die hangendsten Schichten der Gasflammkohlengruppe sind gleichzeitig die hangendsten Schichten des westfälischen Steinkohlengebirges überhaupt und daher aus dem vorhin angeführten Grunde im Ruhrkohlenbecken noch nicht bekannt. Die für die Mächtigkeit angegebene Zahl bezieht sich also lediglich auf den bisher aufgeschlossenen Teil.

In die mit 300 m angegebene Mächtigkeit der Gaskohlengruppe ist das 150—200 m mächtige flözarme Zwischenmittel über Flöz Katharina eingerechnet, das nur die meist unbauwürdigen Flöze Laura und Viktoria führt. Die eigentlichen Gaskohlenflöze sind die sog. „Zollvereiner Flöze", die sich auf eine wesentlich geringere Gesteinsmächtigkeit verteilen.

Von der Fettkohlengruppe wurde früher der liegende Teil als „Eßkohlengruppe" abgetrennt. Diese Unterscheidung findet sich noch im Kohlenhandel, ist aber von der Wissenschaft verlassen worden.

Unter „Anthrazit" versteht die Wissenschaft eine sehr gasarme Magerkohle mit etwa 95% C. Doch ist die Bezeichnung nicht einheitlich; sie wird im Handel auch für diejenige Kohle gewisser Magerkohlenflöze gebraucht, die, in der Höhenlage von Flöz Mausegatt auftretend, einen höchsten Heizwert von 8800 WE aufweist.

Leitflöze sind Flöze, die an kennzeichnenden Merkmalen oder begleitenden Schichten auf weite Erstreckung wieder erkannt werden können. Neben den auf S. 53 genannten fünf Haupt-Leitflözen wird noch eine Reihe weiterer Leitflöze unterschieden. Die Flöze Hauptflöz, Mausegatt, Sonnenschein und Katharina sind gleichzeitig die liegendsten der durch sie gekennzeichneten Gruppen. Außer den Leitflözen dienen auch besondere Leitschichten, wie Konglomerat- und feste Sandsteinschichten sowie versteinerungsreiche Schichten, zur Vergleichung (Identifizierung) der auf verschiedenen Gruben aufgeschlossenen Flözgruppen. In dieser Hinsicht sind vor allem die Aviculopecten-Schicht im Hangenden des Flözes Katharina und die „Torfdolomite" (Dolomitknollen mit versteinerten Pflanzenresten, s. auch S. 44) in den Flözen Katharina und Finefrau-Nebenbank sowie das „hornsteinähnliche" Bergmittel in einem Flöze der oberen Gasflammkohlengruppe zu nennen.

Unter „Flözreichtum" ist das Verhältnis der Kohlenmächtigkeit der abbauwürdigen Flöze zur Mächtigkeit der Nebengesteinschichten, in Prozenten der letzteren ausgedrückt, zu verstehen. Am reichsten ausgestattet ist die Gaskohlengruppe im engeren Sinne (Flöze Zollverein I—VIII), in welcher der Prozentsatz etwa 8 beträgt.

Bemerkenswert ist die Ähnlichkeit der sonst so verschiedenen Gasflamm- und Magerkohlen hinsichtlich ihres Koksrückstandes; auch in der Beschaffenheit des Nebengesteins, dem Reichtum mariner Schichten und der Flözverteilung nähern sich diese beiden Flözgruppen einander.

Die Unterschiede in der Flammen- und Rußentwicklung erklären sich durch den verschiedenen Gasgehalt, da eine Flamme nur beim Verbrennen von Gasen eintritt.

Der Gasgehalt in der Kohle nimmt in denselben Flözen im rechtsrheinischen Gebiet nach Westen, im linksrheinischen nach Osten, in beiden Ge-

Digitized by Google

bieten also nach dem Rhein hin, ab, was Krusch[1]) auf die entgasende Wirkung der großen Bruchspalten des Rheintals zurückführt.

Die auf S. 56 in den Spalten 4., 6., 9., 10. und 13. angegebenen Zahlen sind nur als Durchschnittszahlen zu verstehen. Im einzelnen können mannigfache Abweichungen vorkommen; überhaupt sind die Grenzen zwischen den einzelnen Flözgruppen nicht scharf, da die Beschaffenheit und Zusammensetzung der Kohle sich von Flöz zu Flöz nur allmählich ändert.

Die ganze, zur Zeit bergmännisch erschlossene Mächtigkeit des Ruhrkohlengebirges beträgt rund 3000 m und führt im Mittel 46 unbedingt und 48 wahrscheinlich bauwürdige. Flöze mit insgesamt rund 79 **m** Kohle (etwa 2,6% der Gebirgsmächtigkeit). Doch ist auf Grund der geologischen Verhältnisse, wie sie weiter im Norden erschlossen sind, mit mindestens 4000 m Gesamtmächtigkeit zu rechnen.

Eisensteinflöze treten in allen vier Unterabteilungen auf, haben aber nur in der Mager- und unteren Fettkohlengruppe bergmännische Bedeutung gewonnen. Sie enthalten meist Eisenkarbonat, das entweder durch tonige oder durch kohlige Beimengungen verunreinigt ist. Im ersteren Falle spricht man von „Toneisenstein" (Sphärosiderit), im letzteren von „Kohleneisenstein" (mit dem englischen Namen „blackband" genannt).

Durch das Auftreten von Cannelkohle ist besonders die Gasflammkoh engruppe gekennzeichnet.

63. — **Lagerungsverhältnisse.** Hinsichtlich der Faltungserscheinungen nimmt das Ruhrkohlenbecken eine Mittelstellung ein. Die Faltung ist nämlich wesentlich stärker als z. B. im oberschlesischen und in der Mehrzahl der englischen und amerikanischen Steinkohlenbecken, dagegen bei weitem nicht so kräftig wie im belgisch-nordfranzösischen Kohlenbezirk.

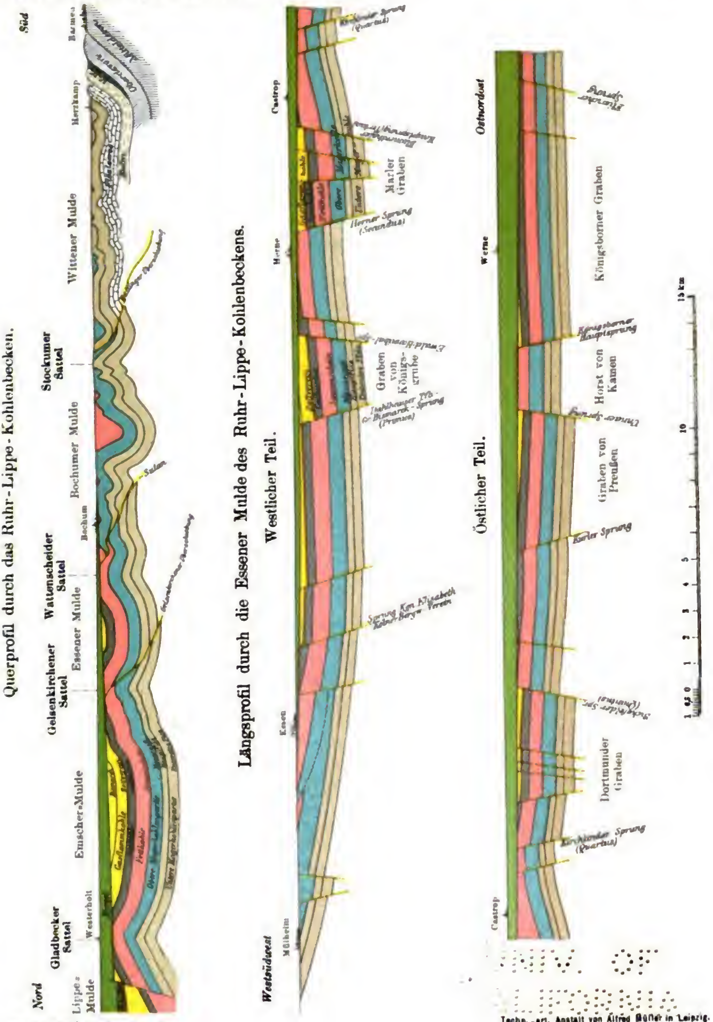
Eine sofort ins Auge fallende Erscheinung ist die Verschiedenartigkeit der Faltung im Süden und Norden des ganzen Gebietes: im Süden zahlreiche und spitze Sättel und Mulden, im Norden eine geringe Anzahl breiter und flacher Falten (vgl. das Querprofil, Abb. 1 auf nebenstehender Tafel). Das Durchschnittseinfallen der Flöze flacht sich daher nach Norden hin ab. Diese Erscheinung erklärt sich offenbar daraus, daß der die Fa tung bewirkende Druck von Süden her gekommen ist.

Trotz des auf den ersten Blick als regellos erscheinenden Faltengewirres und des im Streichen unregelmäßigen Verlaufs der einzelnen Falten ist es doch möglich gewesen, die folgenden Hauptmulden- und -sattelzüge zu unterscheiden, deren jeder eine Anzahl untergeordneter Falten zusammenfaßt (vgl. das genannte Querprofil und den Grundriß in Abb. 56, S. 51):

1. Wittener Mulde.
1a. Stockumer Sattel.
2. Bochumer Mulde.
2a. Wattenscheider Sattel.
3. Essener Mulde.
3a. Gelsenkirchener Sattel.

[1]) S. den auf S. 50 am Schluß der Anm. [2]) erwähnten Aufsatz, S. 146.

Digitized by Google



Verlag von Julius Springer in Berlin.

Techn.-art. Anstalt von Alfred Müller in Leipzig.

Digitized by Google

4. Emscher-Mulde.
4a. Sattel Zweckel-Auguste-Viktoria.
5. Lippe-Mulde.

Die Lippe-Mulde ist seit einigen Jahren ebenfalls in den Bereich des Bergbaues eingetreten und schon durch 6 Schachtanlagen aufgeschlossen.

Entsprechend dem vorhin bezüglich der Druckrichtung Gesagten sind die nördlichen Mulden, die Essener und noch mehr die Emscher-Mulde, im Gegensatz zu den südlichen flache und breite Becken.

Eine nur in einem kleinen Teile der streichenden Länge auftretende und daher den Hauptmulden nicht gleichzustellende Mulde ist die Herzkämper Mulde, die dem westlichen Teile der Wittener Mulde nach Süden hin vorgelagert ist.

Bezeichnend ist für den Ruhrkohlenbezirk die Einsenkung des ganzen Steinkohlengebirges mit etwa 5—7° nach Norden hin, wie sie auf dem Querprofil deutlich zu erkennen ist; z. B. liegt das Muldentiefste des Flözes Mausegatt in der Wittener Mulde nur etwa 250 m, in der Bochumer Mulde dagegen schon gegen 1300 m, in der Essener Mulde rund 1900 m und in der Emscher-Mulde gegen 2300 m unter Normal-Null. Da die Ablagerungsfläche des Deckgebirges bedeutend flacher einfällt, d. h die Oberfläche des Steinkohlengebirges sich viel langsamer als die ganze Schichtenfolge des Karbons einsenkt, so folgt daraus eine ständige Zunahme der Gesamtmächtigkeit nach Norden hin. Demgemäß hat der Bergbau im Norden (querschlägig gerechnet) bis jetzt immer hangendere Flöze erschlossen, so daß die dortigen Zechen fast ausschließlich Gas- und Gasflammkohlenflöze bauen, während im Süden der Bergbau auf den Magerkohlenflözen umgeht. Da auf diese Weise in den bergmännisch erreichbaren Teufen die flözarme Magerkohlengruppe nach Norden hin mehr und mehr durch die flözreicheren oberen Gruppen ersetzt wird, so werden die Grubenfelder nach dieser Richtung hin im allgemeinen flözreicher.

Trotz der zahlreichen Falten ist eine einheitliche Streichrichtung, das sog. „Generalstreichen", deutlich zu erkennen; sie ist diejenige des gesamten Rheinischen Schiefergebirges von Brilon bis zu den Ardennen und verläuft ungefähr von WSW nach ONO (h. 4).

Das Zurücktreten der Faltungserscheinungen im Norden läßt hier die gleich zu besprechenden Querverwerfungen stärker zur Geltung kommen. Es ergibt sich infolgedessen dort eine deutliche Schollenbildung mit scharf ausgeprägten großen Horsten und Gräben. Daher kann man den nördlichen Teil auch als „Schollengebirge" im Gegensatz zu dem südlichen „Faltengebirge" kennzeichnen[1]). Aber auch der gefaltete Teil der Ablagerung läßt, wie beispielsweise das Längprofil durch die Essener Hauptmulde (Abb. 2 der Tafel bei S. 58) zeigt, deutlich die Bedeutung der Quersprünge erkennen. Man kann in der Richtung von Westen nach Osten unterscheiden: Horst-Emscher-Graben, Graben von Königsgrube, Marler Graben, Dortmunder Graben, Graben von Preußen, Horst von Kamen, Königsborner Graben.

[1]) Glückauf 1910, Nr 35/36, S. 1314 u. f.; Kukuk: Die tektonischen Verhältnisse der niederrheinisch-westfälischen Steinkohlenablagerung.

Digitized by Google

64. — **Verwerfungen.** Das Ruhrkohlengebirge ist von verschiedenen großen und vielen kleinen Sprüngen und Überschiebungen zerrissen. Hier seien als die wichtigsten Störungen erwähnt (vgl. das Kärtchen in Abb. 56[1]) sowie die Abb. 2 auf der Tafel).

1. Sprünge (von Westen nach Osten):

I. Die Verwerfung Dahlhauser Tiefbau—Graf Bismarck (von Achepohl „Primus-Sprung" genannt). Sie ist in der größten streichenden Erstreckung aufgeschlossen, nämlich auf etwa 19 km Länge. Ihre Seigerverwurfhöhe geht nach Norden von etwa 500 auf 0 m herab; ihr Einfallen ist östlich.

II. Die Herner Verwerfung („Sekundus-Sprung"), die sich aus der Gegend südlich von Herne bis in das Gebiet nördlich von Herten erstreckt, die Schichten stellenweise bis zu 750 m seiger verworfen hat und gleichfalls östlich einfällt.

III. Die Blumenthaler Hauptverwerfung („Tertius-Sprung"), mit westlichem Einfallen von Marten über Kastrop nach Recklinghausen verlaufend, mit stellenweise 800—900 m Seigerverwurf.

IV. Die Kirchlinder Störung („Quartus-Sprung"), von Wellinghofen über Dorstfeld nach Rauxel sich erstreckend, verwirft bei östlichem Einfallen die Schichten in ihrem Hangenden um 150—200 m.

V. Die Bickefelder Hauptstörung („Quintus-Sprung"). Sie setzt etwas östlich von Dortmund durch; westlich von ihr sind die Gebirgschichten 600—800 m, seiger gemessen, abgesunken.

2. Überschiebungen (von Süden nach Norden, vgl. Abb. 1 auf der Tafel):

I. Die Hattinger („Satanella-")Überschiebung, die den Südflügel des Stockumer Sattels begleitet und stellenweise eine flache Verwurfhöhe von 2000 m hat.

II. Der Sutan, die bekannteste und in der größten streichenden Erstreckung (von Kettwig bis Werne a. d. Lippe, d. h. auf rund 60 km) aufgeschlossene Überschiebung; er begleitet den Südflügel des Wattenscheider Sattels und verwirft die Schichten stellenweise um 1000—1200 m, flach gemessen. Am Sutan hat Cremer zuerst die Faltung von Überschiebungen nachgewiesen (Abb. 27, S. 29).

III. Die Gelsenkirchener Überschiebung auf dem Südflügel des Gelsenkirchener Sattels mit 900—1000 m flacher Verwurfhöhe.

In den weitaus meisten Fällen sind die Sprünge jünger als die Faltung und daher auch jünger als die Überschiebungen.

3. Verschiebungen: Von rein ausgebildeten Verschiebungen sind nur wenige bekannt. Erwähnt seien: die Verschiebung von Zeche „Schleswig" (Abb. 32, S. 32) und diejenige von „Massen-Kurl" (vgl. S. 33 mit der in Anm. [1]) daselbst gegebenen Einschränkung). Die erstere hat einen Seitenschub von 200—300 m, die letztere einen solchen von 400—500 m herbeigeführt.

[1]) Von einer Darstellung der Überschiebungen auf dem Kärtchen ist wegen ihres teilweise verwickelten und sich auf geringe Teufen schnell ändernden Verlaufs abgesehen worden. Die Sprünge sind auf der Zeichnung durch die gleichen römischen Ziffern wie im Text gekennzeichnet.

Digitized by Google

β) Die Unterlage des Steinkohlengebirges.

65. — **Das Devon.** Das Liegende des Karbons wird durch das Devon gebildet. Seine Schichten setzen zum weitaus größten Teile das Rheinische Schiefergebirge zusammen; insbesondere bilden sie im Sauer- und Siegerlande überall das unter der Ackerkrume anstehende Gestein. Das Devon hat die Faltung des Karbons mitgemacht, wird also vom Karbon konkordant überlagert.

Da das Devon ebenso wie das Steinkohlengebirge sich nach Norden hin einsenkt, so bilden im allgemeinen die liegendsten Schichten (Siegener Grauwacke) den südlichen, die hangendsten (Kramenzelschichten) den nördlichsten Teil des Gebietes.

An Erzlagerstätten im Devon sind die altberühmten Spateisenstein-, Blei- und Zinkerzgänge des Siegerlandes in der Siegener Grauwacke, ferner die Blei-Zinkerzgänge bei Ramsbeck, das Schwefelkies- und Schwerspatlager bei Meggen, sodann die (größtenteils abgebauten) stockartigen Zinkerzlagerstätten im Massenkalk in der Gegend von Schwelm und Iserlohn und schließlich die auch noch durch Kulm und Kohlenkalk hindurchsetzenden Blei-, Zink- und Kupfererzgänge von Velbert, Selbeck und Lintorf zu erwähnen.

γ) Das Deckgebirge.

66. — **Allgemeines.** Das weitaus wichtigste und am längsten bekannte Schichtenglied des Deckgebirges ist die obere Kreide, dem westfälischen Bergmann unter dem Namen „Kreidemergel“ bekannt. Die obere Kreide ist in der Stufenfolge der geologischen Formationen (S. 12, vgl. auch Abb. 1) erheblich jünger als das Steinkohlengebirge, so daß zwischen beiden Schichtenfolgen eine ganze Reihe von Schichten fehlt. Von den Zwischenschichten ist jedoch in neuerer Zeit ein Teil im Norden und Nordwesten des Bezirks aufgefunden worden. — Außerdem kommen noch jüngere Schichten über der Kreide in Betracht, die namentlich in der Rheingegend große Mächtigkeit und Bedeutung erlangen. Dort ist nämlich nach Verlauf einer längeren Zeit seit Ablagerung der Kreideschichten, in der Tertiärzeit, das Meer wieder vorgedrungen und hat in der südlich bis Remagen hin sich erstreckenden „Kölner Bucht“ mächtige, lockere Schichten von Kies, Sand, Ton, Fließsand u. dgl. abgelagert, in die wiederum der Rhein sein Bett eingeschnitten hat. Dabei sind die früher gebildeten Schichten des Zechsteins, des Buntsandsteins und der Kreide großenteils wieder zerstört worden, so daß wir an vielen Stellen unmittelbar über dem Steinkohlengebirge oder über dem Zechstein das Tertiär antreffen. Das Hauptgebiet der tertiären Ablagerungen ist die linke Rheinseite.

67. — **Lagerungsverhältnisse.** Von der Faltung des Karbons finden wir in den Deckgebirgschichten kaum eine Spur, ebensowenig von den mit der Faltung zusammenhängenden Überschiebungen. Dementsprechend fallen die Deckgebirgschichten durch ihre sehr flache Lagerung auf. Während also das Steinkohlengebirge vollkommen konkordant auf dem Devon liegt, wird es seinerseits von den Schichten des Deckgebirges diskordant überlagert. Nur von den Querverwerfungen haben verschiedene auch auf das Deckgebirge eingewirkt, und zwar hauptsächlich im Nordwesten des

Digitized by Google

Bezirks. Wir müssen daraus schließen, daß die Ablagerung der Deckgebirgschichten zu einer Zeit vor sich gegangen ist, in der die durch den Zusammenschub des Steinkohlengebirges veranlaßten gewaltigen Umwälzungen (Faltung, Überschiebungen) bereits vollständig zum Abschluß und auch die Bewegungen an den Sprungklüften entlang bereits größtenteils zur Ruhe gekommen waren.

Weiterhin ist die fast durchweg ebene Oberfläche des Steinkohlengebirges unter den jüngeren Schichten bemerkenswert. Sie läßt sich am einfachsten durch die Annahme erklären, daß das während der Kreidezeit an den Küsten des Karbongebirges brandende Meer bei gleichzeitiger langsamer Senkung des Festlandes immer weiter landeinwärts vorgedrungen ist und auf den durch seine zerstörende Tätigkeit („Abrasion", vgl. S. 7) glattgehobelten Schichtenköpfen des Karbons seine eigenen Sedimente abgelagert hat.

Eine fernere Eigentümlichkeit ist das starke südliche Vordringen der oberen Kreide über die Grenzen der nächst älteren Schichten hinaus, welche Erscheinung als „Transgression" bezeichnet wird und die unmittelbare Nachbarschaft des Karbons und der soviel jüngeren oberen Kreide zur Folge gehabt hat, wogegen die Zwischenstufen erst viel weiter nördlich auftreten.

Außerdem ist das Streichen des in erster Linie in Betracht kommenden Kreidemergels zum Unterschied von dem WSW—ONO-Streichen der Karbonschichten nahezu westöstlich. Dieser Unterschied der Streichrichtungen hat zur Folge, daß im Osten des Bezirks die sämtlichen Hauptmulden des produktiven Steinkohlengebirges von Mergel überlagert sind, während im Westen die Kreidedecke erst im Gebiete der Emscher-Mulde beginnt. Demgemäß nimmt in dem in der Streichrichtung gelegten Längsprofil durch die Essener Hauptmulde (Abb. 2 auf der Tafel bei S. 58) die Mächtigkeit der Kreideschichten nach Nordosten hin erheblich zu.

68. — **Die Schichten zwischen Karbon und Kreide.** Hierher gehören im wesentlichen der Zechstein und der Buntsandstein. Der Zechstein setzt sich von unten nach oben aus bituminösen, nach oben hin kalkiger werdenden Mergelschiefern, dann aus Kalk- und Dolomitbänken, Letten und Anhydrit zusammen. An der unteren Grenze findet sich meistens eine Konglomeratbank. Sein Verbreitungsgebiet ist auf dem Kärtchen in Abb. 56 ersichtlich. Das in der Mansfelder Gegend altberühmte Kupferschieferflöz ist, wie bereits auf S. 44 erwähnt, auch im Ruhrbezirk vorhanden, jedoch nicht erzführend entwickelt. Wie in Nord- und Mitteldeutschland treten auch im niederrheinischen Zechstein, vornehmlich in seinen mittleren Schichtengruppen, in besonderen Grabengebieten Steinsalz- und Kalisalzlagerstätten auf[1]).

Der Buntsandstein hat seinen Namen von den rötlichen, meist lockeren Sandsteinen, Letten- und Tonschichten sowie (seltenen) Konglomeraten, aus denen er sich zusammensetzt; er ist wie der Zechstein bereits durch verschiedene Schächte (z. B. Rheinbaben, Möller und Zweckel) aufgeschlossen. (Vgl. auch das Profil in Abb. 60.)

[1]) Glückauf 1912, Nr. 3, S. 89; Wunstorf und Fliegel: Die Zechsteinsalze des niederrheinischen Tieflandes.

Digitized by Google

Die zwischen Buntsandstein und oberer Kreide folgenden Schichten (Muschelkalk, Keuper, Jura, untere Kreide) sind bisher nur vereinzelt angetroffen und haben in dem für den Bergbau in Betracht kommenden Teile des Beckens nur geringe Bedeutung[1]).

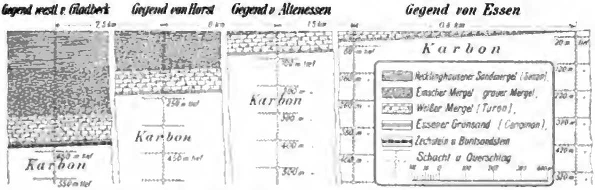


Abb. 60. Das Deckgebirge im Ruhrkohlenbezirk und sein Verhalten von Süden nach Norden.

69. — Die Kreideschichten. Im Ruhr-Lippe-Bezirk sind nur die Schichten der oberen Kreide zur Ablagerung gekommen. Ihr Ausgehendes verläuft (Abb. 56) nach einer Linie, die etwa durch die Städte Duisburg, Mülheim, Bochum, Dortmund und Unna bezeichnet wird. Von dieser Linie an zeigt sich nach Norden hin eine auf die obenerwähnte Meeresablagerung zurückzuführende, außerordentlich gleichmäßige Einsenkung der Karbonoberfläche und dementsprechend bei nahezu söhliger Erdoberfläche eine sehr gleichmäßige Zunahme der Mächtigkeit des Mergels, die im Osten des Gebietes etwa 40 m, im Westen etwa 30 m auf 1 km beträgt, entsprechend einer Neigung der Karbonoberfläche von $1\frac{1}{2}$—$2\frac{1}{2}°$. Nach Nordwesten und Westen hin werden jedoch diese Lagerungsverhältnisse unregelmäßiger; die Mächtigkeit der Kreideschichten nimmt ab, und in der Rheingegend sind die Kreideschichten vollständig verschwunden, so daß hier das Tertiär unmittelbar auf dem Karbon lagert.

Die obere Kreide setzt sich ihrerseits wieder (vom Liegenden zum Hangenden) aus folgenden Schichten zusammen (vgl. das Profil in Abb. 60):

1. Essener Grünsand. Er entspricht im wesentlichen der Altersstufe, die geologisch als „Cenoman", von den belgischen Bergleuten als „Tourtia" bezeichnet wird, und hat seinen Namen von seiner durch zahlreiche Körner des Minerals Glaukonit bedingten grünen Farbe und seinem starken Gehalt an Quarzkörnern, sowie nach der Stadt Essen, in deren Nähe er zuerst aufgeschlossen worden ist. Bemerkenswert sind die zwischen ihm und der Karbonoberfläche auftretenden deutlichen Spuren alter Brandungstätigkeit: abgerollte Bruchstücke des Steinkohlengebirges (oft große Blöcke bis zu 1 m Durchmesser), stellenweise zu Konglomerat verkittet, an anderen Stellen durch starken Eisengehalt auffallend und so Brauneisensteinlager bildend (fälschlich „Bohnerz" genannt), vielfach durch die Tätigkeit von Bohrmuscheln mit zahlreichen Löchern bedeckt. Da der Essener Grünsand häufig die Unebenheiten des Untergrundes ausfüllt, schwankt seine Mächtigkeit zwischen wenigen Metern und 20—30 m. Er wird im

[1]) Näheres s. in dem auf S. 50 am Schluß der Anm.[2]) erwähnten Aufsatz von Krusch, S. 135 u. f.

Digitized by Google

Westen wegen milder Beschaffenheit als wassertragende Schicht angesehen; weiter im Osten verliert er diese wertvolle Eigenschaft, indem er fest und klüftig wird.

2. Weißer Mergel (im wesentlichen das „Turon" der Geologen), bestehend aus hellen, festen Kalkmergeln und Kalken mit deutlicher Schichtung, die stark zerklüftet und daher vom westfälischen Bergmann, besonders im Osten, als Wasserzubringer gefürchtet sind. Auch die Solquellen von Salzkotten, Werl, Königsborn, Rothenfelde usw. entspringen aus dem weißen Mergel. Er zeichnet sich durch großen Fossilreichtum aus. In dieser Stufe treten noch zwei als „mittlerer" und „oberer Grünsand" bezeichnete Bänke auf, die nach Norden und Osten hin undeutlich werden. Die Mächtigkeit des weißen Mergels beträgt meist etwa 100—150 m.

3. Emscher-Mergel, vielfach auch kurz als „Emscher" bezeichnet, eine zum weißen Mergel in scharfem Gegensatz stehende Gesteinsfolge, die sich durch große Mächtigkeit (350—700 m), gleichmäßige Beschaffenheit und graue Färbung auszeichnet. Die tonigen Mergel des Emscher erinnern vielfach an helle Tonschiefer der Gaskohlengruppe und sind infolge ihrer milden, zähen, dichten Beschaffenheit nicht nur selbst meist wasserfrei, sondern können auch als wassertragende Schicht für die in ihrem Hangenden zusitzenden Gebirgswasser angesehen werden, weshalb der Emscher vom Bergmann, im Gegensatz zum weißen Mergel, gern gesehen wird. Ganz im Westen ist allerdings auch der Emscher klüftig und wasserführend. Der Emscher wird jetzt in der Regel als ein selbständiges Schichtenglied zwischen Turon und Senon aufgefaßt.

4. Recklinghauser Sandmergel und Sande von Haltern. Diese etwa 50—200 m mächtigen Schichten bilden den unteren Teil der geologisch als „Senon" bezeichneten Schichtenfolge. Sie setzen sich aus einer Wechsellagerung von losen Sanden und kalkreichen Mergel- bzw. festen Sandsteinbänken zusammen. Dem Schachtabteufen setzen sie infolge ihrer lockeren Beschaffenheit und starken Wasserführung sowie infolge ihrer festen Einlagerungen große Schwierigkeiten entgegen. Nach Osten und Südosten gehen die sandigen Schichten allmählich in festen Mergel über.

Die nach Norden hin ständig zunehmende Bedeutung des Deckgebirges für den Bergbau veranschaulicht Abb. 60, die im Nordwesten (Gegend von Gladbeck) auch die Zechsteineinlagerung erkennen läßt.

70. — **Tertiär, Diluvium, Alluvium.** Über dem Kreidemergel treten an manchen Stellen Sand-, Kies-, Ton-, Fließ-, Geröll- und Geschiebeschichten auf, die der Geologe als Tertiär, Diluvium und Alluvium unterscheidet, während der Bergmann sie vielfach, allerdings ungenau, wegen ihrer lockeren Beschaffenheit und ihrer Durchtränkung mit Grundwasser unter der Bezeichnung „schwimmendes Gebirge" zusammenfaßt. Die größte mit Schächten durchsunkene Mächtigkeit dieser jungen Gebirgschichten (einschließlich der obersten senonen Schichten) hat bisher rund 400 m betragen, und zwar am Niederrhein.

Das Tertiär beschränkt sich auf die obenerwähnte „Kölner Bucht"; seine östliche Grenze ist etwa in der Gegend von Oberhausen-Sterkrade

Digitized by Google

zu suchen. Es besteht aus Meeresablagerungen (grauen oder grünen sandigen Mergeln, Quarzsanden und Ton) von vielfach bedeutender Mächtigkeit, die meist unmittelbar auf dem Steinkohlengebirge auflagern.

Das Diluvium umfaßt Ablagerungen, die auf die gewaltige Vereisung ganz Norddeutschlands zurückzuführen sind, von der zahlreiche Spuren zeugen. Es handelt sich hier teils um Gesteinstrümmer, die durch das Inlandeis selbst zusammengetragen sind (Geschiebemergel, Moränenwälle, erratische Blöcke u. dgl.), teils um Absätze der vom Gletscherfuß abgeflossenen und im Zeitalter des Eisrückzuges zu gewaltiger Stärke angeschwollenen Schmelzwasser. Vielfach sind die heutigen Bäche und Flüsse als kleine Überreste dieser früheren Schmelzwasserläufe anzusehen; in ihrer unmittelbaren Nähe treten infolgedessen auch häufig diluviale Ablagerungen in größerer Mächtigkeit auf. Besondere Beachtung verdienen die vom Eise mitgeführten erratischen Blöcke („Findlinge"), die ungefähr bis zu einer von Werl über Unna, Hörde, Hattingen und Kettwig gezogenen Linie gefunden werden, die ihrerseits gleichzeitig annähernd die Südgrenze des Vordringens des Inlandeises darstellt. Sie bestehen aus Gesteinen, wie sie heute in Skandinavien anstehend gefunden werden, meist aus Granit.

Die jüngste Schicht des Diluviums bildet der über den ganzen Ruhrkohlenbezirk verbreitete lößähnliche Lehm, ein eisenhaltiger, kalkfreier, mit Sand durchsetzter Ton, dessen Mächtigkeit von wenigen Zentimetern bis zu 7—8 m schwanken kann. Seine Entstehung ist noch zweifelhaft, muß aber wahrscheinlich auf den Absatz aus Wasser zurückgeführt werden. Zu gleicher Zeit bildeten sich im Ruhrtale die verschiedenen Flußterrassen, Reste des früheren Talbodens dieses Flusses, entstanden zu einer Zeit, wo die Ruhr, bei stärkerer Wasserführung als heute, sich noch nicht so tief eingegraben hatte.

Die für den Bergmann ungünstigsten Glieder des jüngeren Deckgebirges sind der Fließ- oder Schwimmsand und die erratischen Blöcke. Der erstere ist ein äußerst feiner, von Wasser durchtränkter Sand mit größerem oder geringerem Tongehalt. Er besitzt eine so starke Kapillarität, daß er das in ihm enthaltene Wasser festhält und daher eine zähflüssige Masse bildet, die beim Schachtabteufen außerordentliche Schwierigkeiten verursacht.

Zeichnen schon die Tertiärablagerungen sich durch ungleichmäßige Entwicklung aus, so tritt diese Unregelmäßigkeit bei den Diluvialbildungen noch stärker hervor. Beim Schachtabteufen lassen sich daher vielfach wesentliche Ersparnisse dadurch erzielen, daß man die Diluvialschichten ganz umgeht oder doch die Stellen ihrer geringsten Mächtigkeit aufsucht.

Das Alluvium, wie die heute noch vor unseren Augen sich bildenden Ablagerungen bezeichnet werden, besteht im Ruhrbezirk wie anderwärts aus den von Flüssen und sonstigen Wasserläufen abgesetzten Schotter-, Sand-, Lehm- und Tonschichten.

2. Die Steinkohlenvorkommen von Osnabrück.

71. — Übersicht. In der Gegend von Ibbenbüren, westlich von Osnabrück, taucht das westfälische Karbon wieder aus der Decke jüngerer Schichten, unter der es im Kreidebecken von Münster liegt, auf und bildet zwei flache Bergrücken, den Schafberg bei Ibbenbüren und den Piesberg

Digitized by Google

bei Osnabrück. In der h. 8 verlaufenden Streichlinie des ersteren schließt sich nach Südosten hin das Karbon des Hüggels an, das aber für den Bergbau bis jetzt keine Bedeutung hat.

72. — Flöz- und Gesteinsverhältnisse. Die hier aufgeschlossenen Schichten stellen nach Dr. L. Cremer ihren Pflanzenversteinerungen nach eine Ablagerung dar, die etwas jünger ist als die westfälische Gasflammkohlengruppe. Das Nebengestein besteht vorwiegend aus Sandstein und Konglomerat und hat infolgedessen, zumal die Schichten zutage ausgehen, eine weitgehende Entgasung der Kohle gestattet, so daß diese trotz ihres verhältnismäßig geringen Alters bei Ibbenbüren 70—85 %, am Piesberg sogar bis zu 98 % festen Kohlenstoff enthält. Ein Teil der Ibbenbürener Flöze liefert Backkohle.

Bei Ibbenbüren sind sieben bauwürdige Flöze mit etwas über 5 m Kohlenmächtigkeit aufgeschlossen. Am Piesberg wurden vier Flöze mit insgesamt 3 m Kohle gebaut; der Bergbau ist dort aber bereits seit längerer Zeit zum Erliegen gekommen.

Als Deckgebirge tritt Zechstein und über ihm Buntsandstein auf; der Zechstein lagert sich am Fuß der Bergabhänge an.

3. Das Saar-Nahe-Steinkohlenbecken[1]).

73. — Begrenzung und Allgemeines. Der bisher bergmännisch aufgeschlossene Bezirk dieser wichtigen Ablagerung ist erheblich kleiner als

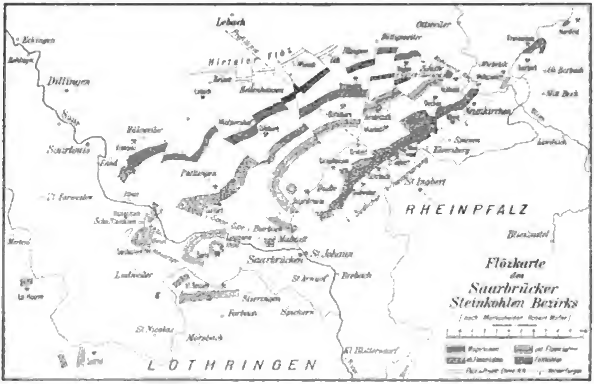


Abb. 61. Übersichtskarte des Saarkohlenbezirks.

derjenige des Ruhr-Lippe-Kohlenbeckens, da er nur etwa 600 qkm Fläche überdeckt. Der weitaus bedeutendste Teil dieses Gebietes bildet annähernd (vgl. Abb. 61) ein rechtwinkliges Dreieck mit den Städten Neunkirchen (im

[1]) Vgl. hierzu das Werk „Der Steinkohlenbergbau d. Preuß. Staates in d. Umgebung v. Saarbrücken", (Berlin, Springer), 1904, I. Teil: Das Saarbrücker Steinkohlengebirge. — Außerdem Glückauf 1916, Nr. 51, S. 1097; Willert: Tektonik der Saarbrücker Steinkohlenablagerung.

Digitized by Google

Nordosten), Forbach (im Südwesten) und Saarlouis (im Nordwesten) als Eckpunkten; die Länge Neunkirchen—Forbach beträgt rund 26 km, die Länge Forbach—Saarlouis rund 18 km. An diesen Kern des ganzen Gebietes schließen sich nach Nordosten hin einige Grubenaufschlüsse in der bayrischen Pfalz, nach Südwesten hin solche in Lothringen. In neuerer Zeit aber, namentlich in den letzten 15 Jahren, ist durch eine lebhafte Bohrtätigkeit das flözführende Steinkohlengebirge westlich und südwestlich (über die französische Grenze hinaus, bis in die Gegend von Nancy) in erreichbaren Tiefen nachgewiesen worden, woraus sich eine erhebliche Vergrößerung des Beckens gegenüber dem früher bekannten Gebiet ergibt.

Die Oberflächenbeschaffenheit des Geländes ist vorwiegend hügelig, so daß die Errichtung der Tagesanlagen vielfach auf Schwierigkeiten stößt. Anderseits hat diese wellige Tagesoberfläche zahlreiche Gelegenheiten zum Stollenbetrieb geboten, und noch heute werden verschiedene größere Stollen als Hauptförderwege benutzt.

Das Saarbrücker flözführende Steinkohlengebirge unterscheidet sich von dem westfälischen dadurch, daß es lediglich aus Süßwasserbildungen aufgebaut ist. Damit hängt der häufige Wechsel verhältnismäßig dünnbänkiger Gesteinschichten sowie die Annäherung an die Lagerungsverhältnisse der „limnischen“ Becken zusammen, die in der starken Veränderlichkeit der Flöze im Streichen und Fallen infolge häufigen Anschwellens und Auskeilens der Zwischenmittel sich ausprägt. Das Nebengestein ist im wesentlichen dasselbe wie im Ruhrbezirk, nur treten die Konglomerate häufiger auf. Der Flözreichtum ist groß: es sind etwa 85 bauwürdige Flöze mit rund 90 m Kohle aufgeschlossen. Jedoch sind die meisten Flöze infolge des häufigen Auftretens von Bergmitteln unrein.

Über die Altersverhältnisse der Saarablagerung im Vergleich mit den anderen wichtigsten deutschen Steinkohlenbecken gibt die Übersichtstafel auf S. 53 Auskunft (vgl. auch S. 54).

74. — **Flözgruppen.** Wie im Ruhrkohlenbecken werden auch im Saarbezirk nach dem verschiedenen Verhalten der Kohle mehrere Abteilungen oder Flözgruppen unterschieden, nämlich (vom Liegenden zum Hangenden, vgl. S. 53 u. Abb. 61 u. 62):

1. Die Fettkohlengruppe. Sie führt Flöze, deren Kohle durchschnittlich 64% Koks ausbringt und eine Verbrennungswärme von 8500 WE je kg liefert. Diese Flözfolge setzt sich (vom Liegenden zum Hangenden) zusammen aus der ärmeren Rotheller Flözgruppe mit 70 bis 80 Kohlenbänken, jedoch nur wenigen bauwürdigen Flözen, und der reichen Sulzbacher Flözgruppe, die mit 17—20 bauwürdigen Flözen, deren Kohlenmächtigkeit etwa 22 m beträgt, den Haupt-Flözzug des ganzen Saarbrücker Steinkohlengebirges bildet. Das Nebengestein besteht überwiegend aus Sandsteinen und Konglomeraten.

Die Mächtigkeit der Fettkohlengruppe beträgt in der Profillinie von Dudweiler rund 950 m, wovon je etwa die Hälfte auf die eigentliche Fettkohlen- und die Rotheller Flözgruppe entfällt. Jedoch nimmt die Mächtigkeit der ersteren Flözfolge nach Osten hin ab, nämlich von rund 450 m in der Gegend von Sulzbach-Dudweiler auf rund 300 m bei Neunkirchen.

Digitized by Google

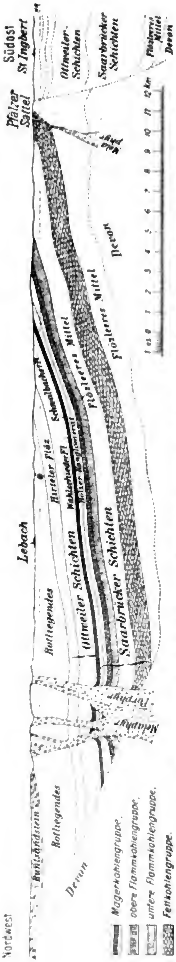


Abb. 62. Querprofil durch die Saarbrücker Steinkohlenablagerung nach der Linie St. Ingbert-Lebach.

2. Die untere Flammkohlengruppe, mit 2—3 bauwürdigen Flözen. Die Kohle liefert durchschnittlich rund 60% Koksausbringen und 8000 WE.

3. Die obere Flammkohlengruppe, 7—10 bauwürdige Flöze mit etwa 9 m Kohle enthaltend. Die Kohle erzeugt im Mittel 7800 WE und liefert rund 60% Koksrückstand.

Diese Flözgruppe ist von der unteren Flammkohlengruppe, wie diese von der Fettkohlengruppe, durch ein flözarmes Mittel getrennt.

Auch die Flammkohlengruppe zeigt die Erscheinung einer starken Verschwächung nach Osten hin: von Grube Gerhard nach Grube Kohlwald hin nimmt die obere Flammkohlengruppe von 830 m bis auf 400 m, die untere von 280 m bis auf 120 m ab, so daß einschließlich des flözarmen Mittels zwischen Flamm- und Fettkohlen die Verschwächung zwischen diesen beiden Stellen 1630—850 = 780 m beträgt.

Im Nebengestein der Flammkohlengruppe treten gegenüber der Fettkohlengruppe die Sandstein- und Konglomeratschichten mehr zurück.

4. Die Magerkohlengruppe oder der hangende Flözzug, 300 bis 600 m mächtig, 2 bauwürdige Flöze (das Wahlschieder und das Schwalbacher Flöz) führend, die zusammen 2,5 m Kohle enthalten, die im Mittel 7600 WE erzeugt und etwa 62% Koksrückstand hinterläßt.

Oberhalb dieses Flözzuges treten nur vereinzelt noch 1—2 bauwürdige Flöze auf.

Der noch vorhandene Kohlenvorrat des Saarbeckens wird unter Berücksichtigung aller bis 1500 m Teufe in den Flözen bis zu 0,30 m Mächtigkeit anstehenden Mengen auf 15,5 Milliarden t veranschlagt[1]).

Die Saarbrücker Magerkohlen dürfen nicht mit den westfälischen Magerkohlen verwechselt werden (vgl. oben, S. 48). Überhaupt sind die Saarkohlen sehr gasreich (daher die starke Grubengasentwicklung der Saargruben), da sie großenteils jüngeren Schichten angehören als die Ruhrkohlenflöze (vgl. die Zusammenstellung auf S. 54).

[1]) Frech: Deutschlands Steinkohlenfelder und Steinkohlenvorräte, (Stuttgart, Schweizerbart), 1912, S. 149.

Digitized by Google

Im Gegensatz zum Ruhrkohlenbecken können im Saarrevier nur ausnahmsweise Kohlenflöze als Leitschichten benutzt werden, da das Verhalten der Flöze sehr stark wechselt. Dafür stehen zur Altersbestimmung für verschiedene Flözgruppen mehrere „Tonstein"-Schichten, Konglomerate und versteinerungführende Schichten zu Gebote. Der Tonstein ist ein verkieselter Porzellanton. Von den Konglomeraten ist das Holzer Konglomerat, ein lockeres, vorwiegend quarziges Konglomerat von sehr grobem Korn, das wichtigste. Es ist als Grenze zwischen der unteren, flözreichen Abteilung (untere und mittlere Saarbrücker Schichten, Fett- und Flammkohlengruppe) und der oberen, flözarmen Abteilung (obere Saarbrücker und Ottweiler Schichten, Magerkohlengruppe) angenommen worden. An versteinerungführenden Schichten sind besonders solche mit Schalen eines kleinen Muschelkrebses (Leaia) hervorzuheben, die für die unteren Ottweiler Schichten bezeichnend sind.

Eine Eigentümlichkeit, die das Saar-Nahe-Karbon mit dem niederschlesischen gemeinsam hat, ist das Auftreten von Eruptivgesteinen, die meist als Melaphyr anzusprechen sind und teils stockförmig, teils gangartig vorkommen. Hervorzuheben ist besonders der sog. „Grenzmelaphyr", der im Südosten in den unteren Schichten der Fettkohlengruppe (Abb. 62) auftritt und in ziemlich gleichförmiger Mächtigkeit von rund 5 m auf nahezu 8 km Länge teils als Lagergang, teils etwas spießwinklig die Karbonschichten durchsetzt. Er ist, wie Verkokungserscheinungen in den von ihm berührten Flözen beweisen, erst nach Ablagerung des Steinkohlengebirges in dessen Schichten hineingepreßt worden. Wegen seines gleichmäßigen Verhaltens wird er auch zur Altersbestimmung der Schichten benutzt.

75. — Lagerungsverhältnisse. Den Lagerungsverhältnissen nach stellt sich das Saar-Steinkohlengebirge (Abb. 62) als der Nordflügel eines großen Sattels, des sog. „Pfälzer Sattels", dar, dessen Südflügel durch den „südlichen Hauptsprung" in eine zur Zeit noch nicht genau bekannte Tiefe (mindestens 2000 m, wahrscheinlich sogar 3000 m tief)[1]) verworfen worden ist, so daß dieser Sprung die Südgrenze des Bergbaugebietes bildet, obwohl an dem Vorhandensein des flözführenden Karbons südlich von ihm kein Zweifel sein kann. Die Streichrichtung ist diejenige des Rheinischen Schiefergebirges. Das an sich schon nicht steile Einfallen des Sattelnordflügels verflacht sich nach Westen sowohl wie auch nach Norden (nach der „Nahe-Mulde" hin) noch fortgesetzt und beträgt daher hier vielfach nur wenige Grade. Entsprechend dieser mäßigen Schichtenaufrichtung sind Überschiebungen selten und nur schwach ausgebildet. An Sprüngen ist außer dem die südliche Grenze bildenden südlichen Hauptsprung besonders der Saarsprung (Abb. 61) zu erwähnen, der, von OSO nach WNW verlaufend, den östlichen Teil des Karbons um etwa 450 m seiger in die Tiefe verworfen hat.

Das Liegende des produktiven Karbons, über das man im Ruhrkohlenbecken genau unterrichtet ist, hat man im Saarrevier auch in dem höher liegenden, durch den Bergbau erschlossenen Nordflügel des Pfälzer Sattels bisher noch nicht angetroffen. da es infolge der flachen Lagerung

[1]) S. das auf S. 48 in Anm. [1]) angeführte Werk von Dannenberg, I. Teil, S. 114.

Digitized by Google

nirgends in erreichbare Teufen gehoben ist. Wahrscheinlich bilden im südöstlichen Teile Granit und Urschiefer, weiter nach Nordwesten hin kambrische und silurische und erst daran anschließend devonische Schichten den Untergrund (vgl. Abb. 62).

76. — Deckgebirge. Die Deckgebirgsverhältnisse sind wesentlich günstiger als im Ruhr-Lippe-Becken. Auf die oberen Ottweiler Schichten folgen die Schichten des Rotliegenden, deren Beschaffenheit denen der oberen Karbongesteine so ähnlich ist, daß sich eine scharfe Grenze nicht ziehen läßt. Jedoch ist das eigentliche Deckgebirge der Buntsandstein, der weit über das weiter nördlich auftretende Rotliegende hinübergreift und daher südlich unmittelbar auf den Schichtenköpfen des Karbons auflagert. Er bildet eine bedeutend günstigere und weniger mächtige Deckschicht als Kreide und Tertiär im Ruhrkohlenbezirk, ist aber überdies in einem großen Teile des Gebiets infolge nachträglicher Abtragung durch Verwitterung und Erosion überhaupt nicht mehr vorhanden. Demgemäß sind Schächte im Saarbezirk billig und daher verhältnismäßig zahlreich. Anders liegen die Verhältnisse allerdings in der südwestlichen Fortsetzung der Ablagerung, in Lothringen, wo der Buntsandstein in wesentlich größerem Umfange erhalten geblieben ist und auch Muschelkalk und Keuper als Deckgebirge auftreten, außerdem das Karbon sich tiefer einsenkt und somit die Mächtigkeit des Deckgebirges zunimmt.

4. Die Aachener Steinkohlenablagerungen.

77. — Allgemeine Übersicht. Der Steinkohlenbergbau in der Umgebung von Aachen geht nördlich und südlich dieser Stadt in zwei Haupt-

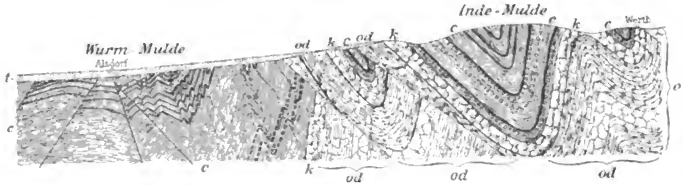


Abb. 63. Ideales Querprofil durch das Aachener Steinkohlengebirge. Nach Holzapfel.

mulden, der Wurmmulde (nördlich, bei Kohlscheid) und der Inde-Mulde (südlich, bei Eschweiler) um. Die nördlich an die Wurm-Mulde sich anschließende Limburger Mulde ist zunächst auf holländischem Gebiet erschlossen worden, wo bereits eine Anzahl von Gruben in Förderung getreten ist. Jedoch hat man ihre östliche Fortsetzung, die als „Heerlen-Erkelenzer Mulde" bezeichnet wird, neuerdings auch auf preußischem Gebiete aufgeschlossen.

Die beiden Hauptmulden sind (vgl. Abb. 63) durch einen devonischen Sattel voneinander getrennt, auf dem die Stadt Aachen liegt; dieser wird allerdings durch die zwischen beiden Mulden durchsetzende große, bereits oben (S. 31) erwähnte Aachener Überschiebung verschleiert.

Digitized by Google

Die Kohlen des Aachener Bezirks gehören, wie sich aus der Zusammenstellung auf S. 53 ergibt, verhältnismäßig tief liegenden Schichten an. In welchem Altersverhältnis die Flöze der Wurm- zu denjenigen der Inde-Mulde stehen, hat bisher wegen der Zerstörung des Zusammenhangs durch die große Überschiebung nicht mit Sicherheit ermittelt werden können. Jedoch sind zweifellos die Flöze der Inde-Mulde älter als die der Wurm-Mulde, so daß wahrscheinlich die hangendsten Schichten der ersteren mit den bisher aufgeschlossenen liegendsten der letzteren gleichaltrig sind (vgl. S. 53). Dieser Altersunterschied beruht eben auf der Überschiebung, welche die Inde-Mulde bedeutend in die Höhe gerückt hat.

Die Aachener Steinkohlenablagerungen werden von denjenigen des Ruhrkohlenbeckens durch die Tertiär- und Diluvialablagerungen der „Kölner Bucht" getrennt, die am Nordost- und Südwestrande durch mächtige Verwerfungspalten begrenzt ist. Doch ist es neuerdings durch zahlreiche Bohrungen gelungen, nördlich von Krefeld das zwischen diesen Verwerfungen in die Tiefe gesunkene und den Untergrund der Kölner Tertiärbucht bildende Steinkohlengebirge festzustellen, so daß der Zusammenhang zwischen beiden Steinkohlenbecken nunmehr erwiesen ist[1]).

Das Steinkohlengebirge legt sich hier um den nach Norden vorspringenden „Krefelder Sattelhorst" herum, einen vor Ablagerung des Karbons vorhanden gewesenen, später durch Verwerfungspalten noch schärfer herausgehobenen Rücken.

78. — **Flözführung und Nebengestein.** In der Inde-Mulde werden etwa 20 Flöze mit rund 15 m Gesamt-Kohlenmächtigkeit, in der Wurm-Mulde 12 Flöze mit etwa 11,5 m Kohle gebaut. Die Inde-Mulde entspricht in ihren liegenden Schichten der westfälischen Magerkohlengruppe, sie führt in den unteren Flözen (den sog. „Außenwerken") magere Flammkohle mit etwa 9% Gasgehalt. Die hangenderen Flöze („Binnenwerke") dieser Mulde enthalten dagegen eine vorzügliche Backkohle mit 20—30% Gasgehalt und einem Heizwert, der den aller anderen preußischen Steinkohlen übertrifft. Die Wurm-Mulde wird durch die „Feldbiß"-Verwerfung in zwei verschiedenartige Abschnitte zerlegt, deren westlicher anthrazitische Magerkohle mit 4—7% Gas liefert, während der östliche Flamm- und Fettkohlen mit 15—22% Gas enthält. Die Beschaffenheit des Nebengesteins steht zu seinem Alter in einem ähnlichen Verhältnis wie im Ruhrbezirk; in der älteren Inde-Mulde überwiegen Sandsteine und Konglomerate, während in der jüngeren Wurm-Mulde der Schieferton in den Vordergrund tritt. Auch hinsichtlich des Auftretens verschiedener Meeres- und Süßwasser-Muschelschichten ist eine große Ähnlichkeit mit dem Ruhrkohlenbecken zu erkennen; z. B. hat man in der marinen Schicht im Hangenden des Flözes Nr. 6 der Grube Maria die marine Schicht über dem Ruhrkohlenflöz Katharina wiedergefunden[2]).

[1]) Vgl. die Festschrift zum XI. Deutschen Bergmannstage: Der Bergbau auf der linken Seite des Niederrheins, I. Teil, S. 215 u. f.; Wunstorf und Fliegel: Die Geologie des Niederrheinischen Tieflandes; — ferner Zeitschr. d. deutsch. Geolog. Gesellsch., 70 Bd., 1918, Monatsberichte, S. 141; Krusch: Die Ausdehnung und Tektonik der nordwestdeutschen Steinkohlengebiete.

[2]) Glückauf 1909, Nr. 32, S. 1144; Kukuk: Über Torfdolomite in den Flözen der niederrheinisch-westfälischen Steinkohlenablagerung.

Digitized by Google

79. — **Lagerungsverhältnisse.** Die Inde-Mulde zeigt eine einheitliche Muldenausbildung mit mäßigem Zusammenschub; der Südflügel ist allerdings stellenweise, namentlich östlich der Sandgewand, überkippt. Die Wurm-Mulde dagegen zeichnet sich durch eine große Anzahl von kleineren und größeren Falten aus und ist durch ihre Zickzackfalten bemerkenswert, deren Flügel sich wie im belgischen Steinkohlengebirge scharf in flach einfallende („Platte") und steil stehende („Rechte") scheiden lassen. Die Platten haben durchweg südliches, die Rechten nördliches Einfallen. Beide Steinkohlenbecken senken sich nach Osten hin ein, so daß die Spezialmulden sich nach Westen herausheben. Die Limburger oder Heerlen-Erkelenzer Mulde ist bis jetzt als ein sehr breites und flaches Becken bekannt geworden.

Die größeren Verwerfungen heißen in der Inde-Mulde „Gewand", in der Wurm-Mulde „Biß". Die wichtigsten Verwerfungen der Inde-Mulde sind die Münstergewand (Seigerverwurf etwa 100 m) und die Sandgewand (Seigerverwurf rund 500 m), von denen die erstere die Westgrenze bildet, die letztere lange Zeit hindurch als Ostgrenze des Bergbaugebietes galt. Der zwischen beiden Störungen liegende Muldenteil ist größtenteils abgebaut. In der Wurm-Mulde tritt als wichtigste Verwerfung der Feldbiß (Seigerverwurf rund 300 m) auf, der sowohl hinsichtlich der Kohlenbeschaffenheit als auch hinsichtlich des Deckgebirges eine scharfe Grenze bildet und wahrscheinlich als nördliche Fortsetzung der Münstergewand anzusehen ist. Außerdem hat man hier im Jahre 1900 auch die nördliche Fortsetzung der Sandgewand durchörtert, die auch hier früher die Ostgrenze des Bergbaues gebildet hatte.

Das Aachener Karbon liegt konkordant auf dem Devon. Als Unterkarbon tritt hier im Gegensatz zu dem westfälischen Kulm der Kohlenkalk auf. In geringem seigeren Abstand über diesem liegt bereits das liegendste Kohlenflöz, so daß die Schichtenfolge des flözleeren Sandsteins hier nicht ausgebildet ist.

Das Generalstreichen des Aachener Steinkohlenbeckens entspricht wiederum demjenigen des Rheinischen Schiefergebirges.

80. — **Deckgebirge.** Als Deckgebirge kommen lediglich Tertiär und Diluvium in Betracht. Die Mächtigkeit dieser Schichten steht in deutlicher Beziehung zu den Verwerfungen. Das Steinkohlengebirge der Inde-Mulde trägt erst östlich von der Sandgewand die Decke der jüngeren Schichten, in der Wurm-Mulde beginnt das Deckgebirge östlich vom Feldbiß. Die Mächtigkeit der Deckschichten steigt stellenweise bis zu etwa 600 m, nimmt jedoch nach Süden hin mehr und mehr ab, da das Aachener Steinkohlengebirge ähnlich wie dasjenige des Ruhrbezirks sich von Süden nach Norden allmählich einsenkt. Wegen der schwimmenden Beschaffenheit des Deckgebirges sind die Schwierigkeiten beim Schachtabteufen bedeutend. Auch die aus diesen Schichten, namentlich in der Inde-Mulde, in das Steinkohlengebirge durchsickernden Wasser erschweren den Bergwerksbetrieb. In der Wurm-Mulde allerdings werden sie vielfach durch wassertragende, tonige Schichten unschädlich gemacht, die sich als Verwitterungsrückstände des Steinkohlengebirges zwischen dieses und das Deckgebirge einschieben und als „Baggert" bezeichnet werden.

Digitized by Google

5. Das oberschlesische Steinkohlenbecken[1]).

81. — **Allgemeines.** Unter dem oberschlesischen Steinkohlenbecken verstehen wir den rund 3000 qkm umfassenden preußischen Anteil an dem schlesisch-mährisch-polnischen Becken, dessen Gesamterstreckung zu etwa 5700 qkm anzunehmen ist.

Das oberschlesische flözführende Steinkohlengebirge umfaßt (vgl. auch Abb. 64) folgende Schichten (vom Hangenden zum Liegenden).

	Größte[2]) Mächtigkeit m	Abbauwürdige Kohlenmächtigkeit in Prozenten der Gesamtmächtigkeit
Lazisker Schichten	680	4,2
Orzescher Schichten	1700	1,5
Rudaer Schichten	270	13,8
Sattelflöz-Schichten	580	6,5
Ostrauer (Rybniker) Schichten	3530	1,9

Der bis zu einer Teufe von 1500 m in den Flözen von mehr als 0,50 m Mächtigkeit noch anstehende Kohlenvorrat des preußischen Anteils des Beckens wird auf 101,5 Milliarden t geschätzt[3]).

82. — **Flözführung und Nebengestein.** Nach vorstehender Übersicht führen diese Schichten in ihrer größten Mächtigkeit rund 190 m Kohle in abbauwürdigen Flözen, stellen also die reichste deutsche Steinkohlenablagerung dar, zumal ja auch die vom flözführenden Karbon eingenommene Fläche sehr groß ist. Das Nebengestein besteht in den Lazisker Schichten und in der Sattelflözgruppe zum größeren Teil aus Sandstein und Konglomerat; in den Orzescher und Rudaer Schichten überwiegt der Schieferton; in den Ostrauer Schichten scheinen, abgesehen von der mehr sandigen Beschaffenheit der obersten und untersten Bänke, beide Gesteinsarten annähernd gleich vertreten zu sein. Während an der Zusammensetzung der Ostrauer Schichten noch Meeresablagerungen beteiligt sind, müssen die höheren Schichtgruppen als Süß- und Brackwasserbildungen angesehen werden.

Die weitaus wichtigste und am längsten bekannte Flözgruppe ist diejenige der Sattelflöze, die in der Gegend von Hindenburg 5—7 bauwürdige Flöze von 1,5—10 m Mächtigkeit mit insgesamt rund 25 m Kohle führt. Ihre streichende Erstreckung von Gleiwitz über Hindenburg, Königshütte, Kattowitz nach Myslowitz fällt annähernd mit derjenigen des oberschlesischen Industriebezirks zusammen. Ihren Namen haben sie

[1]) C. Gaebler: Das oberschlesische Steinkohlenbecken, (Kattowitz, Gebr. Böhm), 1909. — Dannenberg in dem auf S. 48 in Anm. [1]) angeführten Werke, S. 161 u. f. — Der Bergbau im Osten des Königreichs Preußen (Festschrift zum XII. Allg. Deutschen Bergmannstage in Breslau 1913), Bd. I; Michael: Die Geologie des oberschlesischen Steinkohlenbezirkes.

[2]) Die Mächtigkeiten schwanken im oberschlesischen Steinkohlenbecken erheblich.

[3]) S. das auf S. 68 in Anm. [1]) angeführte Buch von Frech, S. 136.

Digitized by Google

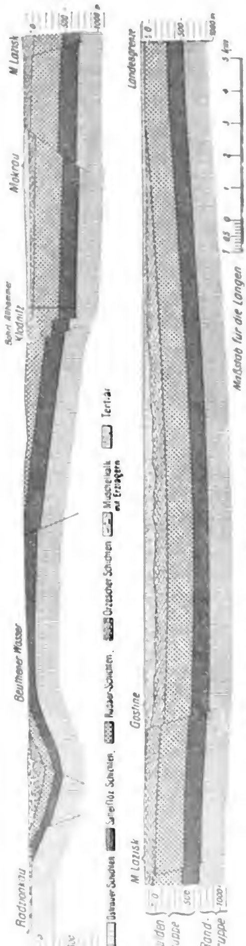


Abb. 64. Querprofil durch das oberschlesische Steinkohlenbecken nach der Linie Pleß-Gostine-Klodnitz-Radzionkau.

von dem flachen Sattel erhalten, in dem sie in diesem Gebiete auftreten und der nach Norden in die Beuthener Mulde übergeht (vgl. Abb. 64). Bemerkenswert ist die Abnahme der Kohlenmächtigkeit und das noch wesentlich stärkere Auskeilen der Gesteinsmittel nach Osten hin, wodurch in dieser Richtung die Flözzahl ab- und die Flözmächtigkeit zunimmt (vgl. Abb. 65), bis schließlich bei Dombrowa in Russisch-Polen nur noch ein Flöz mit 15 bis 16 m Kohle vorhanden ist. Auch von Süden nach Norden hin ist eine Verschwächung der Schichten zu erkennen.

Die Kohlen der Sattelflöze sind vorwiegend Flammkohlen, nur wenige Flöze enthalten Kokskohle. Ebenso scheinen die Orzescher, Rudaer und Ostrauer Schichten durchweg Kohlen ohne Backfähigkeit zu führen. So erklärt es sich, daß zur Zeit nur 7—8 % der gesamten oberschlesischen Kohlenförderung verkokt werden. Anderseits ist eine wesentliche Eigenschaft der oberschlesischen Kohle das Fehlen der Grubengasentwicklung. Der Bergbau auf den Ostrauer (Rybniker) Schichten beschränkt sich fast ausschließlich auf die westliche Randmulde (s. u.), da diese Schichten in der Hauptmulde meist zu tief liegen. Die Flöze der Orzescher Schichten dagegen werden in der inneren Mulde gebaut.

83. — **Lagerungsverhältnisse.** Das ganze Steinkohlenbecken zerfällt in zwei scharf geschiedene Teile, nämlich in die den weitaus größten Teil des Gebietes einnehmende „Hauptmulde" und in die kleine, westliche „Randmulde". Die Grenze zwischen beiden Mulden wird durch eine breite, gestörte Zone gebildet, die neuerdings von Mladek und Michael nach einer schon vor

Digitized by Google

längerer Zeit ausgesprochenen Auffassung Bernhardis[1]) als eine gewaltige, gestörte Falte gedeutet wird, wahrscheinlich entstanden durch den Widerstand, den die Schichten der Hauptmulde dem von Westen kommenden Faltungschube entgegensetzten. Damit ist die Gaeblersche Auffassung dieser Störungslinie als einer großen Verwerfung aufgegeben worden. Die Zone verläuft in der Richtung NNO—SSW über Gleiwitz und Rybnik nach Orlau in Österr.-Schlesien. Die Schichten der Randmulde liegen etwa 1600 m höher als diejenigen der Hauptmulde. Die Muldenlinie der Randmulde verläuft annähernd nordsüdlich. Diese Mulde enthält nur in einem eng umgrenzten Gebiete in der Nähe von Rybnik noch Flöze der Sattelflözgruppe, im übrigen aber nur tiefer liegende Flöze. Die Hauptmulde (Abb. 64) besteht in ihrem kleineren nördlichen Gebiete aus dem vorhin erwähnten Hindenburg—Myslowitzer Flözsattel und der nördlich sich anschließenden Beuthener Mulde. Der weitaus größere südliche Abschnitt des östlichen Beckenteiles aber wird nach den bisherigen Aufschlüssen von einer breiten, flachen Mulde eingenommen, die sich nach Südosten öffnet und in deren Tiefstem vermutlich die Sattelflözgruppe für den Bergbau unerreichbar ist. Nördlich und westlich dagegen ist der größte Teil dieser Schichten durch die Aufrichtung der Erosion preisgegeben und zerstört worden.

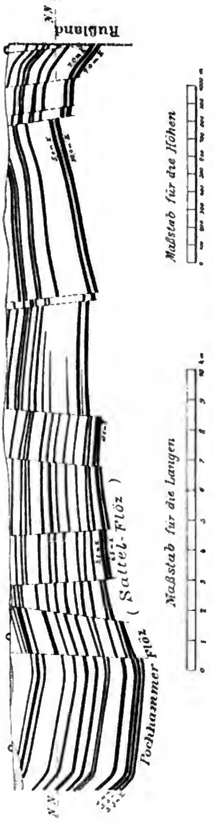


Abb. 65. Längsprofil durch den Hindenburg-Myslowitzer Flözsattel. Nach Küntzel.

Die Unterlage des flözführenden Steinkohlengebirges ist wegen der flachen Lagerung, wie im Saarbezirk, noch nicht angetroffen worden, da auch das tiefste Bohrloch nicht nur Oberschlesiens, sondern der ganzen Welt, das rund 2240 m tiefe Bohrloch Czuchow, südlich von Gleiwitz, noch nicht durch das flözführende Karbon hindurchgedrungen ist.

[1]) Zeitschr. d. Oberschles. Berg- u. Hüttenmänn. Vereins 1911, Februarheft, S. 53; Neue Beiträge zur Kenntnis der Orlauer Störungszone: — daselbst. Septemberheft, S. 391; Bernhardi u. Mladek: Die Frage der Orlauer Störungszone.

84. — **Deckgebirge.** Das Deckgebirge besteht vorzugsweise aus tertiären und diluvialen Schichten. Das Tertiär ist im allgemeinen 150 bis 200 m mächtig, schwillt aber stellenweise, soweit bisher beobachtet ist, bis auf etwa 400 m an. Die Oberfläche des Steinkohlengebirges unter der Tertiärdecke zeigt zahlreiche, größtenteils auf Auswaschungen zurückzuführende Rinnen und Vertiefungen, während die Oberfläche der Tertiärschichten annähernd söhlig liegt. Es handelt sich hier um Meeresbildungen.

Das Diluvium ist bis zu 50 m mächtig angetroffen worden. Es ist bemerkenswert durch die „Kurzawka", einen zähflüssigen Schwimmsand, der dem Schachtabteufen große Schwierigkeiten entgegensetzt und an den Stellen, wo das Diluvium unmittelbar über dem Karbon liegt, durch Einbrüche in die Baue wiederholt gefährlich geworden ist.

In einem beschränkten Gebiet, nämlich in der westlichen Randmulde und in der Beuthener Mulde, schieben sich Buntsandstein und Muschelkalk zwischen Karbon und Tertiär ein. Dem Muschelkalk gehören die reichen Beuthener Blei- und Zinkerzlagerstätten an.

6. Das niederschlesisch-böhmische Steinkohlenbecken[1]).

85. — **Lage und Begrenzung.** Das niederschlesisch-böhmische Steinkohlenbecken erstreckt sich zwischen dem Riesen- und dem Eulengebirge an der Südwestgrenze Niederschlesiens. Es bildet eine mit der Längsachse nordwest-südöstlich gerichtete elliptische Mulde, an deren Südwest-, Nordwest- und Nordostrande das flözführende Steinkohlengebirge zutage ausgeht, während es auf der Südostseite der Mulde durch Schichten des Rotliegenden und der Kreide bedeckt wird. Der nordwestliche und südöstliche Teil der ganzen Mulde gehören zu Preußen, wogegen das Mittelstück fast ganz dem hier weit nach Osten hin vorspringenden Böhmen angehört.

86. — **Gliederung.** Das Liegende des Karbons wird an der westlichen, nordwestlichen und nordöstlichen Grenze durchweg von Urgebirgschichten (Gneis und Glimmerschiefer) gebildet; im Norden treten außerdem Silurschichten auf. An der Südwestgrenze, auf böhmischem Gebiet, sind infolge verwickelter Störungserscheinungen die Lagerungsverhältnisse wenig klar. Im nordwestlichen Beckenteile schiebt sich auf preußischem Boden ein breites Band von dem sonst nur stellenweise auftretenden Kulm zwischen diese liegenden Schichten und das flözführende Steinkohlengebirge ein.

Das letztere ist aus vier Stufen aufgebaut, die aus der Hauptübersicht auf S. 53 ersichtlich sind. Die kohlenreichsten Schichten, der „Waldenburger Hangendzug", sind sowohl auf preußischem als auch auf böhmischem Gebiete, die liegendste Gruppe, der „Waldenburger Liegendzug", dagegen ist bis jetzt nur in Preußen aufgeschlossen. Anderseits sind die beiden hangendsten Flözzüge, nämlich der „Idastollner" und der „Radowenzer" Flözzug, nur in Böhmen bekannt geworden und sollen daher hier nicht

[1]) Nach Schütze: Beschreibung der beiden Waldenburger Bergreviere (Festschrift zum V. Allg. Deutsch. Bergmannstage), und Dathe: Geologische Beschreibung der Umgebung von Salzbrunn, 1892. — S. auch Dannenberg in dem auf S. 48 in Anm. [1]) genannten Werke, I. Teil, S. 147 u. f.

Digitized by Google

weiter berücksichtigt werden. Zwischen den beiden Waldenburger Flözgruppen tritt ein flözleeres Mittel von 400—500 m Mächtigkeit auf.

Das Nebengestein wird vorwiegend durch Konglomerate, Sandsteine und Sandschiefer gebildet. Namentlich der Reichtum an Konglomeratschichten, die in den liegenden sowohl wie in den hangenden Karbonschichten auftreten, ist für das niederschlesische Steinkohlengebirge bezeichnend. Dagegen tritt der Tonschiefer stark zurück und bleibt vorzugsweise auf die Nachbarschaft der Flöze beschränkt. Außerdem treten hier Eruptivgesteine (vorwiegend Porphyr) noch stärker in den Vordergrund als im Saarrevier; die vulkanischen Ausbrüche haben sich durch das ganze Oberkarbon und Rotliegende hingezogen und ihre schmelzflüssigen Massen in Stöcken und Decken (Lagergängen) in den Karbonschichten verteilt.

Die Steinkohlenflöze wechseln an Zahl und Beschaffenheit stark, so daß die Ablagerung in manchen Zügen das Gepräge der „limnischen“ Becken trägt. Viele Flöze sind weniger als 1 m mächtig; stärkere Flöze führen in der Regel ein Bergmittel. Im liegenden Flözzug treten 4—20, im hangenden 2—22 bauwürdige Flöze auf. Der größte an einer Stelle in bauwürdigen Flözen aufgeschlossene Kohlenreichtum beträgt etwa 15 m im liegenden Flözzug (Morgen- und Abendsterngrube bei Altwasser) und etwa 35 m im hangenden Flözzug (Ver. Glückhilf-Friedenshoffnung-Grube bei Hermsdorf). Wie sich aus diesen Zahlen ergibt, ist nicht nur der Kohlenreichtum, sondern auch die durchschnittliche Flözmächtigkeit im hangenden Zuge größer als im liegenden; auch zeichnet sich der erstere durch bessere Beschaffenheit der Kohle aus. Fett- und Magerkohlenflöze treten wechselweise auf; im Hangendzug überwiegen die ersteren (s. auch die Zahlentafel auf S. 54).

Die jüngeren Gebirgschichten bestehen in der Hauptsache aus dem Rotliegenden und der Kreide; von letzterer ist jedoch nur das Cenoman entwickelt, sie tritt auf der preußischen Seite stark zurück. Diluvialschichten treten nur in den Bach- und Flußtälern auf.

87. — Lagerungsverhältnisse. Die Faltung des Steinkohlengebirges ist hier in mäßigen Grenzen geblieben. Die ganze Ablagerung (vgl. Abb. 66)

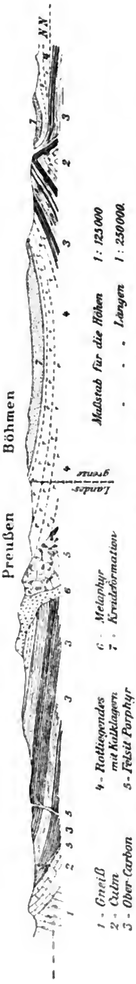


Abb. 68. Ideales Querprofil durch das niederschlesisch-böhmische Steinkohlenbecken nach der Linie Waldenburg-Radowenz. Nach Schütze.

Digitized by Google

bildet eine große, flache Mulde, deren Nordostflügel den Hauptsitz des preußischen Bergbaues bildet, während der Südwestflügel auf böhmischem Gebiete gebaut wird; hier schließt sich weiter nach Südwesten noch ein Sattel an. Auf preußischem Gebiet sind noch 2 Spezialmulden, die Waldenburger und die Kohlauer, zu unterscheiden, die durch den Porphyrrücken des Hochwaldes getrennt werden und von denen die erstere den größten Kohlenreichtum enthält. Das Einfallen schwankt meist zwischen etwa 20° und 40°, jedoch sind die den Eruptivstöcken benachbarten Teile des Steinkohlengebirges bis zu 70—80° aufgerichtet und zeigen so einen deutlichen ursächlichen Zusammenhang zwischen vulkanischen Ausbrüchen und Schichtenaufrichtung.

Vor einigen Jahren sind größere Versuche gemacht worden, auch im Innern der niederschlesisch-böhmischen Mulde das Steinkohlengebirge zu erbohren. Da jedoch die das letztere sowie das Rotliegende großenteils bedeckenden Eruptivmassen der Mitte der Mulde zugeflossen sind, ihre Mächtigkeit also nach dorthin zunimmt, so hat auch das tiefste Bohrloch, das bis 1570 m Tiefe vorgedrungen ist, noch kein Flöz erreicht. Bergbau kann also hier vorderhand nicht betrieben werden[1]).

7. Das Zwickauer Steinkohlenbecken.

88. — **Vorbemerkung.** Der einzige deutsche Gliedstaat außer Preußen, der über selbständige Steinkohlenablagerungen von einiger Bedeutung verfügt, ist Sachsen. Bayern, das gleichfalls einen kleinen Anteil zur deutschen Steinkohlenförderung beiträgt, baut lediglich auf den Flözen des Saarbrücker Steinkohlenbeckens.

Die sächsischen Vorkommen begleiten den von SW nach NO verlaufenden Nordwestrand des Erzgebirges und enthalten bei Zwickau, bei Lugau-Ölsnitz und bei Döhlen (im Plauenschen Grunde) in der Nähe von Dresden bauwürdige Flöze. Die ersten beiden Ablagerungen gehören dem Karbon an, wogegen die letzte zum Rotliegenden gerechnet wird. Das weitaus bedeutendste dieser Becken ist dasjenige von Zwickau.

89. — **Grundzüge des Zwickauer Steinkohlenbeckens[2]).** Das Zwickauer Steinkohlengebirge füllt eine flache Mulde in den kristallinen Schiefern und sonstigen paläozoischen Schichten des Erzgebirges aus. Es liegt daher diskordant auf seinem Untergrunde und stellt dadurch sowie durch die häufigen und raschen Veränderungen der Flöze nach Mächtigkeit und Beschaffenheit sich als durchaus „limnisches" Becken dar. Seine Oberfläche beträgt nur rund 30 qkm, die Gesamtmächtigkeit des Steinkohlengebirges nur etwa 400 m.

Die Zwickauer Mulde senkt sich sanft, aber gleichmäßig nach Nordosten hin ein. Das Einfallen beträgt in der Regel etwa 10°. An bauwürdigen Flözen sind 11 vorhanden, die aber nicht im ganzen Bezirk entwickelt und von denen auch die oberen 5 bereits fast ganz abgebaut sind. Die liegenderen Flöze schwellen stellenweise zu großen Mächtigkeiten an; insbesondere ist

[1]) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes. 1908, S. 605; Fr. Frech: Wie tief liegen die Flöze der inneren niederschlesisch-böhmischen Steinkohlenmulde?

[2]) Dannenberg in dem auf S. 48 in Anm. [1]) genannten Werke, II. Teil, S. 205 u. f. — Glückauf 1905, Nr. 31, S. 998; J. Treptow: Übersichtskarte des Zwickauer Steinkohlenreviers.

Digitized by Google

bemerkenswert das Rußkohlenflöz mit bis 9 m, das Planitzer Flöz mit bis 9,5 m reiner Kohle.

Die Abbauverhältnisse sind sehr ungünstig wegen der vielfachen Einlagerung von Bergmitteln wechselnder Stärke in die Flöze und wegen der vielen kleinen Verwerfungen nebst den durch sie veranlaßten mittelbaren Schwierigkeiten: außerordentlich hohem Gebirgsdruck und erheblicher Brandgefahr.

Nach Norden und Osten hin scheint die Ablagerung durch Denudation vernichtet zu sein. In diesen Richtungen keilen die Flöze allmählich aus oder versteinen bald bis zur Unbauwürdigkeit.

Das Deckgebirge besteht aus diskordant aufgelagertem Rotliegenden. Seine Mächtigkeit beträgt im mittleren Teile des Beckens 150—250 m, wächst aber nach Nordosten zu infolge der Einsenkung des Steinkohlengebirges und infolge einer größeren Störung, der „Oberhohndorfer Verwerfung" (mit 100—200 m Verwurfhöhe), erheblich an, so daß der am Nordostrande stehende Schacht Morgenstern III 750 m Deckgebirge durchteuft hat und mit 1082 m zu den tiefsten deutschen Schächten gehört.

Digitized by Google

Zweiter Abschnitt.

Das Aufsuchen der Lagerstätten. (Schürf- und Bohrarbeiten.)

I. Schürfen.

1. — **Geognostische Vorarbeiten.** Die geologische Voruntersuchung, die zweckmäßig den Schürfarbeiten vorauszugehen hat, gestaltet sich für den Steinkohlenbergbau wie überhaupt für jeden auf Schichtlagerstätten geführten Bergbau verhältnismäßig einfach. Denn die gesuchten Lagerstätten sind ja an bestimmte Alterstufen der Erdrinde gebunden. Handelt es sich beispielsweise um karbonische Kohlenflöze, so sind (falls nicht etwa eine große Überschiebung anzunehmen ist) Schürfarbeiten in Gegenden, in denen das Devon die Tagesoberfläche bildet, zwecklos. Umgekehrt scheiden auch solche Gebiete aus, in denen zwar zweifellos oder doch höchstwahrscheinlich die gesuchten Lagerstätten vorhanden sind, aber ein zu mächtiges Deckgebirge über ihnen liegt, wie das z. B. südlich des „südlichen Hauptsprungs" im Saargebiet der Fall ist (s. Abb. 62 auf S. 68).

Der Erzbergmann ist nicht von vornherein auf ein so enges Gebiet beschränkt, weshalb auch überraschende Erschürfungen von Erzlagerstätten sehr häufig vorkommen. Jedoch gibt es auch für ihn Gebiete, die von vornherein zu Schürfarbeiten anlocken, nämlich Gegenden mit stark gefaltetem und gestörtem Schichtenbau, mit alten und jungen Massengesteinen, Vulkanausbrüchen, heißen Quellen u. dgl., da in allen solchen Gebieten die Wahrscheinlichkeit der Entstehung sowohl wie der Ausfüllung von Spalten und sonstigen Hohlräumen besonders groß ist, auch an den Berührungsflächen von Massen- und Schichtgesteinen (Kontaktzonen) vielfach Erzlagerstätten auftreten. Im übrigen ist besonders das Kalkgebirge, das sehr zur Spalten- und Höhlenbildung neigt, genauerer Erforschung wert.

In vielen Fällen geben auch noch besondere Anzeichen Fingerzeige. Die Lagerstätten können, wenn ihre Mineralfüllung wenig witterungsbeständig ist, als Vertiefungen, im entgegengesetzten Falle als Erhöhungen auffallen; letzteres ist namentlich der Fall bei Gängen mit quarzhaltiger Gangmasse, die sich häufig als „Klippen" oder „Gangmauern" von dem umgebenden Gestein abheben (vgl. Abb. 38 auf S. 39). Ferner kann das Ausgehende der Lagerstätten durch Färbungen („Schweife" oder „Blumen") an der Erdoberfläche bemerkbar werden. Weitere Anzeichen sind: Solquellen, die auf Salzschichten hindeuten, Naphthaquellen und Erdgasausbrüche, die auf Erdöllagerstätten im Untergrunde schließen lassen. Im Goldbergbau ist das Vorkommen von „Seifengold" in Flüssen oder früheren Flußbetten ein Hinweis auf den Gehalt an „Berggold" in den Gegenden, aus denen die Flüsse kommen.

Digitized by Google

2. — **Physikalische Hilfsmittel.** In Gegenden mit Eisenerzlagerstätten leistet die Ablenkung einer söhlig oder seiger schwingenden Magnetnadel durch die vom Eisenerz ausgehende Anziehung gute Dienste und wird in besonderen Meßvorrichtungen verwertet[1]).

In den letzten Jahren ist eine Reihe weiterer Untersuchungsverfahren hinzugekommen, die mit sehr fein abgestimmten physikalischen Hilfsmitteln arbeiten und rasch zu größerer Vollkommenheit gebracht worden sind, nachdem bereits vor einiger Zeit nach den Vorschlägen von Trüstedt, Löwy und Leimbach Meßverfahren mit Benutzung elektrischer Wellen[2]) angegeben waren und zu Erfolgen geführt hatten. Es handelt sich dabei[3]) um Schweremessungen mit der Eötvösschen Drehwage und verschiedenen Pendelvorrichtungen, um die Ermittelung natürlicher und der verschiedenen Beeinflussung künstlicher elektrischer Ströme, um die Verfolgung des verschiedenen Verlaufs elektrischer Wellen im Untergrunde, um radioaktive Wirkungen u. dgl. In Deutschland hat besonders die Aktiengesellschaft „Erda" in Göttingen sich der Ausgestaltung und Anwendung dieser Verfahren, namentlich der mit elektrischen Strömen arbeitenden, gewidmet; ferner sind hier noch zu nennen die „Exploration" G. m. b. H. in Berlin, die mit der Drehwage, und die „Seismos" G. m. b. H. in Hannover, die mit der Verfolgung elastischer, durch Sprengschüsse erzeugter Wellen arbeitet.

3. — **Schürfarbeiten.** Ist einige Aussicht auf Auffindung von Lagerstätten vorhanden, so kann das Schürfen beginnen, worunter man die zum Aufsuchen der Lagerstätten erforderlichen Arbeiten versteht. Das einfachste Mittel sind Schürfgräben, die in den Deckschichten bis zur Oberfläche des mineralführenden Gebirges ausgehoben werden. Sie werden im Flözgebirge querschlägig zum Streichen geführt. Beim Schürfen auf Erzlagerstätten lassen sich keine bestimmten Vorschriften für die Richtung der Schürfgräben geben; hier muß die größere Wahrscheinlichkeit des Fundes zur Richtschnur genommen werden. Bei zu großer Mächtigkeit des Deckgebirges treten Schürfschächte an die Stelle der Gräben. In gebirgigem Gelände können vielfach querschlägige Schürfstollen vom Abhange aus bequemer zum Ziele führen, namentlich wenn Bewaldung der Oberfläche, Grundwasser u. dgl. dem Auswerfen von Gräben entgegenstehen.

In Ländern mit dichter Bevölkerung und alter Kultur jedoch, in denen die oberflächlich zu erschürfenden Mineralien bereits bergmännisch erschlossen sind, sowie in ausgedehnten Ebenen mit jungen Ablagerungen in den oberen Teufen sind das weitaus wichtigste Schürfmittel Bohrarbeiten, auf die im folgenden näher eingegangen werden soll. Und zwar soll zunächst die Ausführung der senkrecht nach unten gerichteten „Tiefbohrung", dann diejenige der Söhlig- und Schrägbohrung behandelt werden.

---

[1]) Siehe z. B. Techn. Bl. 1914, Nr. 10, S. 75; Förster: Das Aufsuchen von Lagerstätten mittels magnetischer Messungen; — vgl. auch Mitteilungen der Mecklenburg. Geolog. Landesanstalt 1920, Heft 32; Dr. Schuh: Magnetische Messungen im südwestlichen Mecklenburg usw.

[2]) Glückauf 1915, Nr. 14, S. 333; Dr. Leimbach: Physikalische Aufschlußarbeiten im Bergbau.

[3]) Näheres s. Glückauf 1921, Nr. 21, S. 481 u. f.; Dr. Ambronn: Physikalische Aufschlußarbeiten als Hilfsmittel für geologische Forschungen; — ferner Umschau (Frankfurt a. M.) 1922, Nr. 34, S. 529 u. f.; Dr Ambronn: Die Verwertung der physikalischen Aufschlußarbeiten im Berg-, Tief- und Wasserbau.

Digitized by Google

II. Tiefbohrung[1]).

4. — Wesen und Zwecke der bergmännischen Tiefbohrung. Die Tiefbohrung kann außer für Schürfarbeiten auch noch für verschiedene andere Zwecke Verwendung finden. Man unterscheidet nämlich noch:

Bohrungen zur Untersuchung der Lagerungsverhältnisse eines verliehenen Grubenfeldes als Vorbereitung für die bergmännische Inangriffnahme (Aufschlußbohrungen);

Bohrungen zur Erforschung des Deckgebirges, die in erster Linie für das Schachtabteufen von Wichtigkeit sind;

Bohrungen zur Gewinnung nutzbarer Mineralien in flüssigem oder gasförmigem Zustande wie Erdöl, Heilquellen, Sole, Erdgas, Kohlensäure u. dgl.;

Hilfsbohrungen bei bergmännischen Arbeiten, namentlich beim Schachtabteufen, und zwar zur Bildung einer Frostmauer im schwimmenden Gebirge (Gefrierverfahren) oder zum Einpressen von Zement in klüftiges Gebirge (Zementierverfahren), — sowie zur Abführung der Wasser eines im Abteufen begriffenen Schachtes nach unten hin in Unterfahrungsquerschläge u. dgl., um sie von einer bereits vorhandenen Wasserhaltung heben zu lassen.

Als Schürfarbeit hat die Tiefbohrung ihre Hauptbedeutung für die Gebiete mit flöz- und lagerartigen Lagerstätten, also für den Steinkohlen-, Braunkohlen- und Salzbergbau, weil solche Lagerstätten auf Grund geologischer Forschungen auch unter jüngerem Deckgebirge mit einer gewissen Sicherheit im Untergrunde vermutet werden können. Der Erzbergmann hat wegen des sehr wechselnden und unberechenbaren Auftretens seiner Lagerstätten diese früher durchweg nur in Gegenden ohne Deckgebirge mittels einfacher Schürfarbeiten aufgesucht. Neuerdings bedient jedoch auch er sich mit Erfolg der Tiefbohrung in solchen Fällen, in denen unter einem Deckgebirge von geringer Mächtigkeit die Fortsetzungen von bereits unterirdisch aufgeschlossenen Lagerstätten aufgesucht werden sollen. In großem Maßstabe wird diese Aufschlußarbeit z. B. durch die Bergwerksgesellschaft des Altenbergs bei Aachen betrieben, die in manchen Jahren 50—100 Bohrlöcher mit insgesamt rund 2000 m Tiefe hat herstellen lassen[2]).

Nach den genannten Zwecken sind auch die Bohreinrichtungen verschieden. Handelt es sich um Schürfbohrungen, bei denen im Wettbewerb mit anderen Schürfern gebohrt werden muß, so wird man in erster Linie Wert legen auf rasches Niederbringen der Bohrlöcher ohne Rücksicht auf die Kosten. Bei Bohrungen zur Untersuchung von Lagerungsverhältnissen kommt es auf möglichst genaue Feststellung der Beschaffenheit und Mächtigkeit der durchbohrten Schichten bei mäßigen Kosten an. Bohrlöcher zur Mineralgewinnung müssen vor allem genügende Weite erhalten und gegen Verunreinigungen durch Gebirgswasser u. dgl. möglichst gut gesichert werden. Bei Bohrlöchern

[1]) Bezüglich näherer Einzelheiten sei verwiesen auf die Sonderwerke Tecklenburg: Handbuch der Tiefbohrkunde, (Berlin, Loewenthal), 2. Aufl. 1900—1914; ferner Bansen, Gerke und Herwegen: Das Tiefbohrwesen, (Berlin, Springer), 1912. (Erster Band des Werkes „Die Bergwerksmaschinen", herausgegeben von H. Bansen.)

[2]) Vgl. „Der Bergbau auf der linken Seite des Niederrheins" (Festschrift zum XI. Deutschen Bergmannstage), II. Teil, S. 48 u. f.

Digitized by Google

für das Gefrierverfahren ist die möglichst lotrechte Herstellung von größter Bedeutung usw.

5. — **Einteilung.** Man kann verschiedene Hauptarten der Tiefbohrung unterscheiden, je nachdem drehend oder stoßend und mit zeitweiliger oder ununterbrochener Schlamm- („Schmand-") Förderung gearbeitet wird. Außerdem nimmt die Durchbohrung der oberen, weichen Gebirgschichten, die in der Regel das feste Gestein überdecken, eine besondere Stellung ein.

A. Die Tiefbohrung in milden Gebirgschichten und geringen Teufen.

6. — **Drehendes Bohren.** Für das Bohren in mildem Gebirge finden vorzugsweise drehend bewegte Bohrgezähe Verwendung. Als Bei-

Abb. 67. Spiralbohrer.

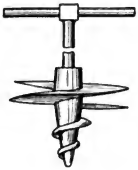


Abb. 68. Bolkens Patent-Erdbohrer.

Abb. 69. Offene Schappe.

Abb. 70. Ventilbohrer.

Abb. 71. Sandpumpe.

spiele für einfache, an die gewöhnlichen Schlangenbohrer erinnernde Bohrer dieser Art (Schneckenbohrer) seien genannt der Spiralbohrer (Abb. 67) und der Bolkensche Patent-Erdbohrer[1]) (Abb. 68), der zunächst durch die untere, steile Schraube das Erdreich lockert und dadurch das Eindringen der oberen flachen Gewindegänge erleichtert. Ein viel verwendetes, auch für größere Teufen brauchbares Bohrgezähe ist ferner die Schappe, von deren vielen Formen eine in Abb. 69 dargestellt ist. Sie eignet sich besonders für die Durchbohrung toniger Massen und besteht aus einem geschlossenen oder mehr oder weniger weit geschlitzten Hohlzylinder, der unten mit einer gewundenen Schneide („Schnecke") zum Eindringen in das Gebirge versehen ist, in seinem oberen Teile die erbohrten Massen aufnimmt und mit ihnen nach Füllung zutage gefördert wird. Die geschlossene Schappe ist für die Bohrarbeit in Sand, Feinkies u. dgl., die offene für das Bohren in lettigen und tonigen Schichten vorzuziehen. Die Bohrarbeit mit Schappe und Schneckenbohrern ist wegen der Notwendigkeit, die Bohrwerkzeuge häufig aufzuholen, zeitraubend, ermöglicht aber die Gewinnung von Gebirgsproben.

[1]) Tecklenburg in dem auf S. 82 in Anm. [1]) erwähnten Werke, Bd. I, S. 14.

Digitized by Google

Die Drehung des Bohrgezähes bewirkt man von Hand, und zwar durch Krückel, die bei Bohrungen von ganz geringer Tiefe den Kopf des Bohrers oder Gestänges bilden (Abb. 68), in der Regel aber unterhalb des Antriebs durch Ösen im Gestänge gesteckt werden. Durch Verlängerung der Krückelarme (Aufstecken von Rohrstücken u. dgl.) kann das gleichzeitige Arbeiten mehrerer Leute ermöglicht werden.

Soll das Loch, wie das fast stets der Fall ist, tiefer werden, als die Länge des Bohrgezähes beträgt, so muß zwischen Bohrer und Krückel ein Gestänge (vgl. Ziff. 14) eingeschaltet und nach und nach durch Aufschrauben neuer Stücke verlängert werden. Die für Gestängebohrung bestimmten Bohrgezähe erhalten einen Gewindekopf, auf den das unterste Gestängestück mit einer Mutterschraube aufgeschraubt wird.

7. — **Stoßendes Bohren.** In wasserführendem, sandigem Gebirge bevorzugt man das stoßende Bohren mittels des Ventilbohrers oder der Sandpumpe. Ersterer (Abb. 70) ist ein unten zugeschärfter und mit einer Bodenklappe *a* oder einer Kugel verschlossener Hohlzylinder aus Stahlblech, der durch Aufstauchen gefüllt und nach Füllung hochgezogen wird. Letztere, die am Seile hängt, ist außer mit dem Bodenventil *c* mit einem Scheibenkolben *b* ausgerüstet (Abb. 71), der, durch Vermittlung eines gegabelten Bügels *a* hochgezogen, den Behälter durch Ansaugen der losen Gebirgsmassen füllt, worauf dieser mit Hilfe des Bügels *d*, unter den der hochgezogene Gabelbügel *a* faßt, zutage gezogen wird.

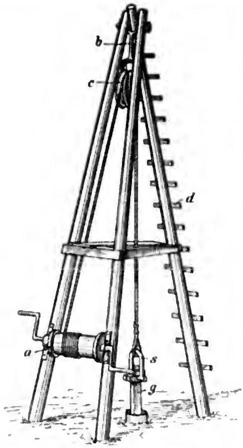


Abb. 72. Dreibein für kleine Drehbohrungen.

Neuerdings macht man von dem zunächst nur für feste Gebirgsarten bestimmten Verfahren der Schnellschlag-Meißelbohrung (vgl. Ziff. 22 u. f.) mit gutem Erfolge auch für mildes Gebirge Gebrauch, da man damit hohe Leistungen erzielen kann. Allerdings verzichtet man dabei auf die Gewinnung von Gebirgsproben, wie sie die genannten Bohrgezähe ermöglichen, und muß sich mit der Beurteilung der durchbohrten Schichten nach dem Aussehen des Bohrschmandes begnügen, die noch dadurch erschwert wird, daß man dann zur Sicherung der Bohrlochstöße mit Dickspülung (Ziff. 19) arbeiten muß.

8. — **Hilfsvorrichtungen.** Für mäßige Teufen (bis zu 100 m) genügt ein einfacher. meist 4—10 m hoher, dreibeiniger Bock nach Abb. 72. An diesem wird das Gestänge *g* durch Vermittlung eines Seiles, das sich von einem Haspelrundbaum *a* abwickelt und über eine an einem Haken *b* hängende Rolle *c* geführt wird, so aufgehängt, daß es nach Bedarf während des Bohrens nachgelassen werden kann. Der Rundbaum wird, wie die Abbildung zeigt,

auch zum Aus- und Einfördern des Gestänges benutzt. Die Befahrung des Bockes wird durch Leitersprossen *d* an einem Pfosten ermöglicht.

Zur Herausförderung des Bohrschmandes müssen die Bohrwerkzeuge von Zeit zu Zeit zutage geholt werden.

B. Die Tiefbohrung in größeren Teufen und vorwiegend festem Gebirge.

9. — **Einteilung.** Für die Tiefbohrung in größeren Teufen, in denen feste Gebirgschichten vorherrschen, aber auch lockere Massen wie z. B. Schwimmsand durch den Druck eine größere Festigkeit annehmen, kommt in erster Linie das stoßende oder Meißelbohren in Betracht, das sich für alle möglichen Festigkeits- und Härtegrade eignet. Jedoch kann in vielen Fällen auch drehendes Bohren mit Vorteil Verwendung finden; nur müssen dann die Bohrgezähe den schwierigeren Arbeitsbedingungen entsprechend anders ausgebildet werden.

Das stoßende Bohren erfolgt am Gestänge oder am Seil. Bei dem weitaus wichtigsten Gestängebohren kann man wieder unterscheiden: das (englische) Bohren mit starrem Gestänge, das (deutsche) Bohren mit Zwischenstücken, das Bohren mit starrem, aber federnd aufgehängtem Gestänge (Schnellschlagbohrung) und das Bohren mit Antrieb im Bohrloch selbst und unbewegtem Gestänge. Außerdem ist zu berücksichtigen, daß das stoßende Bohren mit absatzweise oder mit ununterbrochen durchgeführter Schlammförderung (d. h. trocken oder mit Wasserspülung) erfolgen kann, wogegen das drehende Bohren immer mit Wasserspülung verbunden ist.

a) Stoßendes Bohren.

1. Das Gestängebohren.

α) Ältere Bohrverfahren. (Englisches und deutsches Stoßbohren.)

aa) Das Bohren ohne Wasserspülung („Trockenbohren").

10. — **Einleitung.** Das englische Bohren mit steifem Gestänge ist nur in mäßigen Teufen (bis zu etwa 100 m) anwendbar, weil darüber hinaus das Gestänge zu stark auf Knickung beansprucht wird und die Bohrlochstöße zu sehr durch das Schlagen des Gestänges angegriffen werden. Dagegen kann das deutsche Bohren mit Zwischenstücken, die das Gestänge entlasten, auch in großen Teufen noch mit Vorteil Verwendung finden und hat daher bei uns das englische Bohren verdrängt.

11. — **Bohrtürme.** Über Tage ist ein Bohrturm für die Förderung und Aufhängung der Gestängestücke nebst den für Schmiede, Magazin, Schreibstube u. dgl. dienenden Anbauten erforderlich. Der Turm wird in der Regel durch vier starke Eckstützen mit Verstrebung und Verschalung gebildet und wird um so höher und fester gebaut, je tiefer das Bohrloch werden soll. Denn eine möglichst große Höhe des Turmes gestattet auch die Verwendung entsprechend langer Gestängestücke oder Stangenzüge (s. Ziff. 14) und damit eine wesentliche Beschleunigung des Gestängeaufholens und -einlassens, und anderseits bedingen tiefe Bohrlöcher mit ihren großen Gestängelängen eine starke Belastung des Turmes. Für sehr tiefe Bohrlöcher

Digitized by Google

empfiehlt sich die Herstellung eines sog. **Bohrschachtes**, der gewissermaßen die untere Verlängerung des Bohrturmes bildet und die Förderung sehr langer Gestängezüge (mit bis zu 30 m Gesamtlänge) ohne übermäßige Höhe des Bohrturmes gestattet.

12. — **Antrieb.** Die stoßende Auf- und Abbewegung des Gestänges kann bei geringen Teufen (in zivilisierten Ländern bis zu etwa 50—70 m) noch durch Menschenkraft erfolgen. Tiefen bis zu etwa 30 m können in der Weise erbohrt werden, daß das Gestänge an einem über eine Rolle geführten Seile hängt, an dessen anderem Ende die Leute ziehen. Im übrigen kommt ein meist aus zähem Holze bestehender Hebel, der sog. **Bohrschwengel**, zur

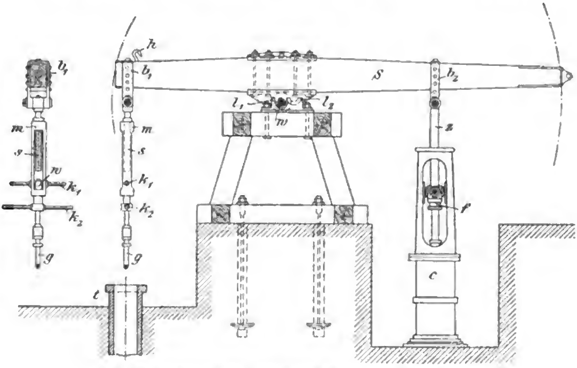


Abb. 73. Bohrschwengel mit Schlagzylinder und Bohrtäucher.

Verwendung, an dem vorn das Gestänge hängt, während hinten an einem oder mehreren Querbäumen die Bohrmannschaft angreift. Der Schwengel ist in einem einfachen Holzgestell, der sog. **Bohrdocke**, verlagert.

Tiefere Bohrlöcher werden mit maschinellem Antrieb niedergebracht. Und zwar spielt hier, da vielfach im freien Felde gebohrt werden muß, zur Zeit noch die Dampfkraft die Hauptrolle, weshalb bei der Wahl des Aufstellungsortes für den Bohrturm die Möglichkeit billiger Beschaffung von Speisewasser zu berücksichtigen ist. Die Maschinenkraft greift am hinteren Ende des Bohrschwengels an und besteht entweder (Abb. 73) aus einem stehenden **Schlagzylinder** *c*, dessen Kolbenstange durch den Kreuzkopf *f* mit der Zugstange *z* verbunden ist und durch diese mittels des angeschraubten Bügels b_2 das Schwengelende faßt, oder aus einem **Kurbelgetriebe**, dessen Pleuelstange in ähnlicher Weise am Schwengel angreift und das in der Regel von einer Lokomobile aus durch Treibriemen u. dgl. in Drehung versetzt wird (vgl. die weiter unten beschriebenen Schnellschlag-Bohreinrichtungen, S. 98 u. f.). Das Gestänge wird an einem zweiten Bügel b_1 aufgehängt. Soll die Bohrlochmitte, z. B. zum Zweck der Gestängeförderung, freigegeben

werden, so kann der Schwengel am Haken *h* hochgehoben und seine Welle *w* in das hintere Lager l_2 gelegt werden.

13. — Obere Zwischenstücke. Zwischen Schwengelkopf und Gestänge werden bei dem einfachen Schwengelbohren folgende Kopfstücke (Abb. 73) eingeschaltet:

a) Die mittels eines Gelenks aufgehängte Nachlaß- oder Stellschraube, die das allmähliche Nachsenken des Gestänges entsprechend dem Fortschreiten der Bohrarbeit ermöglicht. Sie besteht aus einer Schraubenspindel *s*, deren Mutter *m* sich unten in eine sog. Schere verlängert, an der das Gestänge angreift.

b) Der unter- oder oberhalb der Stellschraube angeordnete Wirbel *w*. Er gestattet das Umsetzen des Gestänges nach jedem Hube, damit der Meißel nach und nach die ganze Bohrlochsohle bestreichen kann. Zu diesem Zwecke wird der durch eine Öse der Krückelstange unterhalb des Wirbels gesteckte Krückel k_2 benutzt. Die Drehung der Stellschraubenmutter, die je nach der Gesteinshärte verschieden rasch erfolgen muß, wird bei der in Abb. 73 dargestellten Anordnung durch einen zweiten, durch eine Öse in der Schere gesteckten Krückel k_1 ermöglicht.

Ist die Stellschraube abgedreht, so muß das Gestänge abgefangen, von der Stellschraube gelöst und die letztere wieder hochgedreht werden, worauf zwischen Krückelstange und Gestänge Paßstücke von einer der Länge der Stellschraube oder einem Vielfachen derselben entsprechenden Länge eingeschaltet werden, bis für ein ganzes Gestängestück Platz geschaffen ist.

Dieses Nachsenken des Gestänges mittels Stellschraube ist umständlich und zeitraubend. Für Bohrungen, bei denen es auf Beschleunigung ankommt, sind daher einfachere Nachlaßvorrichtungen, wie solche z. B. beim Schnellschlagbohrverfahren (Ziff. 22 u. f.) angewendet werden, vorzuziehen.

14. — Gestänge. An die Stelle des früher meist üblichen Holzgestänges sind jetzt Eisen- und Stahlgestänge getreten. Ersteres wird voll, letzteres hohl hergestellt. Das hohle Stahlgestänge, das für die Spülbohrung das allein in Betracht kommende ist (vgl. Ziff. 21), wird neuerdings auch bei Trockenbohrungen mehr und mehr angewandt, da es bei geringem Gewicht durch große Widerstandsfähigkeit ausgezeichnet ist und ohne weiteres nach Bedarf vom Trocken- zum Spülbohren überzugehen gestattet.

Die Länge der einzelnen Gestängestücke nimmt man bei tieferen Bohrungen möglichst groß, bis zu etwa 8—10 m, um mit möglichst wenig Verbindungstellen auszukommen und den Zeitverlust beim Einlassen und Aufholen des Meißels möglichst zu beschränken. Aus dem letzteren Grunde vereinigt man für die Förderung auch, falls die Höhe des Bohrturmes es gestattet, nach Möglichkeit mehrere Gestängestücke zu „Stangenzügen“.

Die Verbindung der einzelnen Gestängestücke untereinander erfolgt durch Verschraubung. Und zwar wird dabei durch die Anordnung der Mutterschraube am unteren und der Schraubenspindel am oberen Ende eines jeden Gestängeteils eine Verunreinigung der Gewindegänge durch Bohrschlamm nach Möglichkeit verhütet. Der Bund oder die Verdickung unterhalb eines jeden Gestängekopfes dient zum Abfangen des Gestänges beim Aus- und Einfördern und außerdem nötigenfalls für den Angriff der Fangwerkzeuge.

15. — Meißel. Das Gestänge trägt unten das Bohrgezähe, den Bohrmeißel. Der einfache Meißel besteht (Abb. 74) aus dem Spaten oder Blatt

Digitized by Google

mit der Schneide, aus dem Schafte und dem Bunde mit Schraubenkopf. Die Schneide ist jetzt in der Regel geradlinig, weil sie dann die kräftigste Wirkung des Schlages wegen seiner Verteilung auf die denkbar kleinste Fläche gestattet. Der Winkel, den die beiden Schneideflächen miteinander bilden, kann um so spitzer sein, je milder das Gestein ist. Wegen der starken Beanspruchung des Meißels empfiehlt es sich, ihn aus bestem Tiegelgußstahl

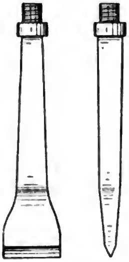


Abb. 74. Einfacher Bohrmeißel.

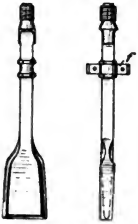


Abb. 75. Meißel mit Nachschneiden.

Abb. 76. Meißel mit Ohrenschneiden.

herzustellen und überhaupt keine Kosten zu scheuen, um ihn so widerstandsfähig wie möglich zu machen, da Meißelbrüche die Bohrarbeit außerordentlich aufhalten können. Die Verbindung des Meißels mit dem Gestänge erfolgt entweder durch Verschraubung (Abb. 74 u. 75) oder durch ein Keilschloß nach Abb. 76; letzteres wird in weiten Bohrlöchern vorgezogen, da es widerstandsfähiger ist und schneller befestigt und gelöst werden kann als ein Schraubenschloß. — Eine gute Ausrundung des Bohrlochs wird durch Meißel mit Ohrenschneiden (Abb. 76) ermöglicht. In klüftigem oder steil einfallendem Gebirge finden mit Vorteil Meißel mit Nachschneiden Verwendung, von denen Abb. 75 einen mit quer zum Spaten gestellten Nachschneiden *f* zeigt.

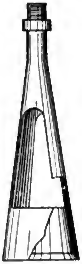


Abb. 77. Bohrbüchse.

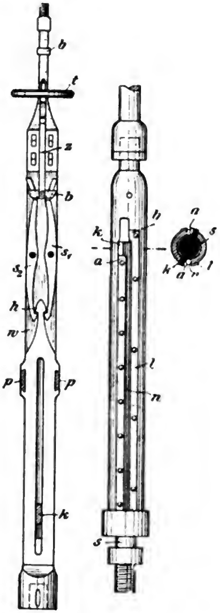
Ein Rundmeißel, der, auf- und abbewegt, zur nachträglichen Beseitigung von Unebenheiten an den Bohrlochstößen dient, ist die Bohrbüchse (Abb. 77).

Zur Erzielung einer genügenden Schlagkraft ist namentlich bei hartem Gestein ein möglichst großes Meißelgewicht erforderlich. Da der Meißel selbst nicht zu schwer gemacht werden darf, damit er nicht zu unhandlich wird, so gibt man ihm zweckmäßig ein Zusatzgewicht in Gestalt der sog. „Schwerstange" (auch „Bohrbär" genannt), d. h. einer massiven Eisenstange von rundem oder quadratischem Querschnitt, die mit dem Gestänge durch Verschraubung, mit dem Meißel durch Verschraubung oder Keilschloß verbunden wird und eine Länge bis zu etwa 8 m, ein Gewicht bis zu 2000 kg erhält (*c* in Abb. 78).

Digitized by Google

Die Schwerstange ist für das Bohren mit Freifall (s. Ziff. 16) unentbehrlich, findet aber auch beim Bohren mit Rutschschere meistens Verwendung.

Abb. 78.
Rutschschere nach Fauck mit Schwerstange und Meißel.



a Kindscher Freifall. *b* Fabianscher Freifall.
Abb. 79. Freifallvorrichtungen.

16. — Untere Zwischenstücke beim deutschen Bohren. Das für das deutsche Stoßbohren bezeichnende Zwischenstück kann eine Rutschschere oder ein Freifallgerät sein.

Für die Rutschschere gibt Abb. 78 ein Beispiel. Sie besteht aus zwei gegeneinander verschiebbaren Stücken, von denen das untere Stück *b*, das unten die Schwerstange *c* und den Meißel *d* trägt, sich mit dem Kopfe in dem Schlitz des oberen Stückes *a* führt. An dem letzteren ist durch Ver-

Digitized by Google

schraubung das Gestänge befestigt, das somit nach dem Meißelschlage sich unbehindert langsam nachsenken kann.

Die Freifallvorrichtungen geben den Meißel während des Schlages vollständig frei. Aus der großen Zahl der verschiedenen Bauarten seien hier nur die beiden folgenden herausgegriffen:

1. Die Freifallvorrichtung nach Kind (Abb. 79 a). Das den Meißel tragende Abfallstück wird mittels des Kopfes *h* während des Hochganges des Gestänges von den Haken der Scherenzangen s_1 s_2 festgehalten, welche letzteren um Mittelbolzen drehbar verlagert sind. Diese Bolzen sind in den Wangen *w* des Führungstückes befestigt, das seinerseits mit dem Gestänge fest verbunden ist. Geht das Gestänge nach unten, so schiebt der Gegendruck des im Bohrloche stehenden Wassers das auf dem Gestänge gleitende „Hütchen“ *t* aufwärts, (wobei dessen Hub durch einen Bund *b* begrenzt wird), und öffnet dadurch mit Hilfe der Zugstange *z* und der Brücke *b* die Schere, so daß diese das Abfallstück fallen läßt. Ein seitliches Kippen des letzteren wird dabei durch dessen Klauenstücke *p* sowie durch den Führungschlitz verhindert, in dem der den Fall begrenzende Keil *k* gleitet. Die Vorrichtung verlangt also ein mit Wasser (mit nicht zuviel Strömung) gefülltes Bohrloch. Sie wird heute kaum noch zur Tiefbohrung, wohl aber für das Abbohren von Schächten (s. Bd. II, 7. Abschnitt) verwendet.

2. Der Fabiansche Freifall (Abb. 79b). Er ist nicht auf wassergefüllte Bohrlöcher beschränkt und wegen seiner Einfachheit weit verbreitet, strengt allerdings den Krückelführer stark an, weil dieser beim Umsetzen dem Gestänge einen Ruck geben muß, um das Freifallstück *s* abzuwerfen. Dieses trägt oben zwei Flügelkeile *k*, die sich in den Schlitzen *n* führen und durch den Ruck im Gestänge von ihren Sitzen *a* heruntergeworfen werden, auf die sie, wenn das Gestänge nachsinkt, durch die Abschrägungen *b* selbsttätig wieder herübergedrängt werden. Die Ränder der Führungschlitze werden durch Stahlschienen *l* geschützt.

Das Abwerfen des Abfallstückes wird durch Prellvorrichtungen am Bohrschwengel unterstützt. Die Hubhöhe beträgt bis zu 0,6 m, die Schlagzahl 25—30 in der Minute. Wegen der Erschütterung des Gestänges beim Abwerfen ist die Vorrichtung für Tiefen über etwa 350 m nicht geeignet.

Die Rutschschere ist in ihrer Schlagkraft von der Bewegung des Gestänges abhängig. Da sie bis zum Augenblicke des Meißelschlages am Gestänge hängt, so hat es wenig Zweck, ihr ein großes Gewicht zu geben, das doch nicht ausgenutzt werden könnte und außerdem beim Wiederanheben des unteren Scherenstückes starke Erschütterungen ins Gestänge bringen würde. Man begnügt sich daher mit einem Gewichte von höchstens 700 bis 750 kg. Auch eine große Hubhöhe nützt wenig, da die ganze beim Niedergang beschleunigte Gestängemasse beim Schlage nicht mitwirkt. Dagegen ist eine größere Schlagzahl möglich als beim Bohren mit Freifall, weil das Wiederanheben des letzteren langsam erfolgen muß; bei mäßigen Teufen gestattet die Rutschschere 60—65 Schläge in der Minute, der Freifall dagegen nur etwa 30. Anderseits kann bei letzterem die Schlagkraft durch eine größere Hub- und Fallhöhe (bis 1,2 m) und durch ein größeres Gewicht des Abfallstückes (1000—2300 kg für Meißel und Schwerstange) gesteigert werden,

Digitized by Google

wenngleich sie stets durch den Widerstand von Wasser und Schlamm im Bohrloch mehr oder weniger beeinträchtigt wird.

Im ganzen arbeitet man also bei Verwendung der Rutschschere mit einer größeren Anzahl leichterer, bei Verwendung der Freifallvorrichtungen mit einer geringeren Anzahl kräftigerer Schläge. Mit zunehmender Teufe verringert sich wegen der größeren Gestängelast die überhaupt mögliche Hubzahl, so daß dann die Rutschschere gegenüber dem Freifall immer mehr zurücktritt. Im übrigen erfordert letzterer wegen seiner größeren Raumbeanspruchung größere Bohrlochdurchmesser als die Rutschschere.

17. — **Hilfsvorrichtungen.** Von Hilfsvorrichtungen sollen hier die folgenden genannt werden, die allerdings zum großen Teile nicht nur für das stoßende Bohren, sondern für den Bohrbetrieb überhaupt erforderlich sind:

1. Der Bohrtäucher (*t* in den Abbildungen 73 und 94), ein in der Regel eisernes Rohr, das dazu dient, beim Bohren der ersten Meter eines Bohrloches die lotrechte Führung des Bohrgestänges zu ermöglichen.

Abb. 80. Bohrschere.

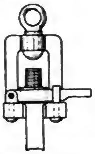


Abb. 81. Förderstuhl.

Abb. 82. Gestängerechen.

2. Die Bohrschere (Abb. 80), bestehend aus zwei durch ein Gelenk verbundenen Schenkeln, die auf das Bohrloch gelegt werden, um das Hineinfallen von Gegenständen in dieses zu verhüten, und die in der Mitte eine Öffnung für das Bohrgestänge freilassen.

3. Die Meißel-Lehre, eine Schablone, mit der die Meißelbreite vor dem Einlassen des Meißels geprüft wird, um letzteren rechtzeitig auswechseln und den Bohrlochdurchmesser gleichmäßig erhalten zu können.

4. Die zum Einlassen und Aufholen der Gestängestücke unmittelbar und mittelbar verwendeten Geräte, nämlich:

a) Der Förderstuhl (Krückelstuhl, Stuhlkrückel, Ochsenfuß). Er dient zum Anschlagen des Gestänges an das Förderseil. Der in Abb. 81 dargestellte Förderstuhl ist mittels eines Wirbels am Seil befestigt und greift mit seiner Gabel unter den oberen Bund des Gestängestückes, das dann durch eine Klinke festgehalten wird.

b) Die Abfanggabel, die unter den Bund des jeweilig obersten Gestängestückes faßt und das Gestänge während des An- und Abschlagens des nächsthöheren Stückes und des Förderstuhles festhält.

c) Der Gestängerechen (Abb. 82), zur Aufhängung der Gestängestücke oder Stangenzüge dienend.

d) Das Bohrbündel, ein einer Bohrschere ähnliches Klemmstück, das fest an das Gestänge geklemmt werden kann, um in Ermangelung an-

Digitized by Google

geschmiedeter Bunde oder Wulste einen Halt zu bieten, an den Ketten, Seile u. dgl. angeschlagen werden können.

e) Die Gestängeschlüssel (Abb. 83), die in ein- und zweimännischer Ausführung zum Halten, Drehen, An- und Abschrauben des Gestänges usw. fortwährend gebraucht werden. Vollgestänge erhalten für den Angriff des Schlüssels meist quadratischen Querschnitt über oder unter den Bunden (s. Abb. 78), während ein für Rohrgestänge bestimmter Gestängeschlüssel (Rohrzange) aus Abb. 84 ersichtlich ist.

5. Der Schlammlöffel, eine zylindrische Büchse nach Art der in Abb. 70 (S. 83) dargestellten Klappen- oder Ventilbohrer, zum Herausfördern des Bohrschmandes bestimmt. Er wird nach einem Fortschritt von je 0,5—1 m mehrere Male eingelassen und durch Auf- und Abbewegen gefüllt.

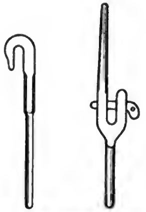


Abb. 83. Gestängeschlüssel für ein- und zweimännischen Angriff.

Abb. 84. Rohrzange.

Abb. 85. Glückshaken.

6) Die bei Betriebstörungen und Unfällen zur Verwendung kommenden Geräte:

a) Der Glückshaken (Abb. 85). Er wird zum Fangen und Aufholen des Gestänges im Falle eines Gestängebruches, und zwar dann verwendet, wenn der Bruch dicht über einem Bunde liegt, unter den der Haken fassen kann.

b) Die Schraubentute oder Fangglocke (Abb. 86). Dieses Gezähes bedient man sich bei denjenigen Gestängebrüchen, bei denen die Bruchstelle hoch über einem Bunde liegt und somit bei Anwendung des Glückshakens das über diesem aufragende Gestängestück kippen und sich in die Bohrlochstöße einbohren würde. Die Schraubentute schiebt sich zunächst mittels der Fangglocke g über das abgebrochene Stück und wird dann in Drehung versetzt, wodurch sie mit Hilfe des Fräsergewindes Gewindegänge auf das Gestänge aufschneidet. Sie kann darauf mit dem Gestänge aufgeholt oder, falls die Widerstände zu groß sind, zum Abschrauben des gebrochenen Stückes benutzt werden. Zu diesem Zwecke müssen die Verschraubungen des Fanggestänges denen des Bohrgestänges entgegengesetzt geschnitten sein.

Digitized by Google

Eine für das Fangen von gebrochenem Hohlgestänge bestimmte Umkehrung der Schraubentute stellt

c) der Fangdorn dar, eine mit Längsschlitzen zur Aufnahme der abgedrehten Eisenspäne versehene, unten spitz zulaufende Fräserspindel

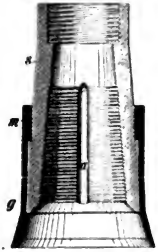


Abb. 86. Schraubentute von Thumann.

Abb. 87. Fangdorn.

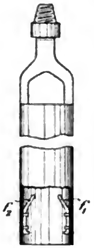


Abb. 88. Federbüchse.

Abb. 89. Fangschere.

(Abb. 87) aus gehärtetem Stahl, die sich in das Gestängerohr hineinschneidet und dann mit diesem hochgezogen wird.

d) Die Federbüchse (Abb. 88), ein inwendig mit federnden Stützen $f_1 f_2$ versehener Hohlzylinder. Die Federn gleiten über den Kopf eines zu fangenden Gestängestückes hinweg und fassen sodann unter ihn. Die Vorrichtung eignet sich nur für Gestänge von geringer Länge.

e) Die Fangschere (Abb. 89). Sie dient zum Aufholen von Gestänge u. dgl. und schiebt sich mit dem inwendig nach oben und unten konisch gestalteten Ringe *r*, der von der Gabel *g* getragen wird, über den Kopf des zu fangenden Stückes, das auf diese Weise in den Griffbereich der Zahnbacken gelangt, die mittels der federnden Stangen z_1 z_2 an einem Bunde *b* aufgehängt sind. Beim Anheben werden die Zahnbacken durch die Last etwas nach unten in den Konus hineingezogen.

f) Der Fangmagnet, ein kräftiger Elektromagnet, der dort, wo elektrischer Strom zur Verfügung steht, zum Aufholen eiserner Bruchstücke Anwendung finden kann.

g) Die Abdruckbüchse. Man versteht darunter eine unten offene, mit Wachs und Ton gefüllte Büchse, die im Falle von Störungen des Bohrbetriebes dazu dienen kann, einen Abdruck der Bohrlochsohle mit den daraufliegenden Gegenständen zu liefern, außerdem aber auch kleine Teile wie z. B. Eisenbruchstücke oder Bohrdiamanten durch Einpressen in die Füllung zutage zu bringen gestattet.

Abb. 90. Löffelhaken.

h) Der Löffelhaken (Abb. 90), eine mit mehreren Widerhaken versehene Eisenstange, zum Fangen von Schlammlöffeln und ähnlichen, oben in einen Bügel endigenden Arbeitstücken bestimmt.

Digitized by Google

i) Der Fräser, ein dem Fangdorn ähnliches stählernes Gezähestück, das im äußersten Notfalle zu Hilfe genommen wird, um im Falle von Verklemmungen u. dgl. das Bohrloch wieder frei zu machen. Er zerschneidet die auf andere Art nicht zu beseitigenden Hindernisse in kleine Späne, die leicht entfernt werden können.

bb) Das Bohren mit Wasserspülung („Spülbohren").

18. — **Vorteile der Wasserspülung.** Bei der bisher besprochenen Trockenbohrung muß die Schlammförderung mittels des Schlammlöffels erfolgen. Diese das Bohren jedesmal unterbrechende Beseitigung des Bohrschmandes ist jedoch in neuerer Zeit mehr und mehr durch die ununterbrochene Schlammförderung mit Hilfe der Wasserspülung verdrängt worden. Diese bietet nämlich folgende Vorteile:

1. Der mit dem Löffeln verbundene erhebliche Zeitverlust, der durch das jedesmalige Aufholen und Wiedereinlassen des Meißels verursacht wird und um so schwerer wiegt, je schneller der Bohrfortschritt und je tiefer das Bohrloch ist, fällt weg; das Aufholen des Meißels ist im ungestörten Betriebe nur zum Zwecke einer Schärfung erforderlich. Zu diesem unmittelbaren Zeitgewinn kommt noch ein mittelbarer dadurch, daß infolge des selteneren Aufholens und Einlassens des Gestänges auch die Gefahr von Gestängebrüchen und ähnlichen Störungen wesentlich verringert wird.

2. Die Schlagwirkung des Meißels wird bedeutend erhöht und sein Verschleiß wesentlich verringert, da er nicht erst den Bohrschmand zu durchdringen braucht; hierdurch und durch die aus dem gleichen Grunde sich ergebende Vergrößerung der Hubzahl wird die Bohrleistung stark gesteigert.

3. Das Hohlgestänge bietet gegenüber dem Vollgestänge noch verschiedene Sondervorteile. Seine Widerstandsfähigkeit nämlich gegen Zug, Druck, Knickung, Stoß und Verdrehung ist größer; auch sind die Verschraubungen wegen ihres größeren Durchmessers kräftiger.

4. Für die Erbohrung von Gebirgskernen, die einen vorzüglichen Aufschluß über das durchbohrte Gebirge geben, ist bei festem Gebirge im Dauerbetriebe nur die Spülbohrung geeignet, während bei Trockenbohrung nur ausnahmsweise und mit großem Zeitverlust Kerne erbohrt und gezogen werden können. In dem lockeren Gebirge der oberen Teufen ist hier allerdings die Trockenbohrung überlegen, doch lassen sich auch in diesem mit der Spülbohrung Kerne ziehen, wenn man mit Doppelkernrohr (Ziff. 36) arbeitet.

19. — **Besonderheiten bei der Spülbohrung.** Für das Bohren auf Erdöl wurde früher die Spülbohrung vielfach als unzulässig bezeichnet, da man eine Verwässerung der ölführenden, porösen Gebirgschichten durch sie befürchtete. Heute dagegen wird z. B. im ganzen Erdölbezirk von Wietze bei Celle nur noch mit Spülbohrung gearbeitet, allerdings nur bis zur Erreichung der ölhaltigen Schichten. Das Spülbohren gestattet nämlich zunächst eine schnellere Feststellung dieser Schichten, da der aufsteigende Spülstrom sie durch Gasblasen, Öltröpfchen und den Geruch schnell verrät. Es ermöglicht ferner auch durch den Vergleich der ein- und ausfließenden Wassermengen die rasche Ermittelung von Wasserquellen, sowie umgekehrt von wasserverschluckenden Klüften, so daß diese für die Ölgewinnung schädlichen Stellen durch Verrohrung abgedichtet werden können.

Digitized by Google

Beim Bohren im Salzgebirge muß mit gesättigter Sole gespült werden.

Neuerdings wird die Spülbohrung auch für die Durchbohrung weicher Deckgebirgschichten in solchen Fällen benutzt, in denen es nicht auf die Gewinnung von Gebirgsproben, sondern nur auf möglichst große Bohrleistungen ankommt, insbesondere für die Herstellung von Gefrierbohrlöchern mittels der Schnellschlagbohrung (Ziff. 22). Sie wird dann als „Dickspülung" durchgeführt, d. h. man benutzt als Spülflüssigkeit eine Aufschlämmung von Ton im Wasser, die ein spezifisches Gewicht von etwa 1,3—1,5 hat. Dadurch wird im Bohrloch eine Schlammwassersäule von einem entsprechenden Überdruck gegenüber der bis zum Grundwasserspiegel reichenden äußeren Wassersäule geschaffen und so ein Zubruchgehen der Bohrlochstöße verhütet. Man kann auf diese Weise Hunderte von Metern in Schwimmsand u. dgl. ohne Nachsenkung der Verrohrung bohren. Die Verringerung der Leistung durch den stärkeren Auftrieb und durch die größere Reibung im Bohrloch ist bei der an sich in milden Schichten hohen Bohrleistung nicht von großer Bedeutung.

20. — **Richtung und Erzeugung des Spülstroms.** In der Regel wird der Spülwasserstrom innerhalb des Bohrgestänges abwärts und dementsprechend der Schlammstrom zwischen diesem und der Bohrlochwandung aufwärts geführt. Jedoch kann in festem und kluftfreiem Gebirge auch umgekehrt gespült, also der Schlamm im Gestänge hochgefördert werden. Diese „Verkehrtspülung" gestattet wegen des geringeren Gestängequerschnitts eine schnellere Wasserströmung im Gestänge und dementsprechend die Förderung größerer Brocken sowie das selbsttätige Hochsteigen von Kernstücken. Sie eignet sich besonders für weite Bohrlöcher, in denen man bei gewöhnlicher Spülung viel Wasser benötigt, um die erforderliche Auftriebsgeschwindigkeit zu erzielen. Hier wirkt sie auch sichernd durch den erforderlichen stärkeren Wasserdruck im äußeren Ringraume, der die Bohrlochstöße stützt. Ferner ermöglicht sie die Erkennung einer Lagerstätte in kürzerer Frist nach dem Anbohren[1]).

21. — **Besondere Einrichtungen beim Spülbohren.** Das Spülbohren erfordert einige Hilfseinrichtungen und Abänderungen der Bohrgeräte:

1. Pumpen zur Beschaffung des Spülstromes. Sie werden bei kleinen Bohrungen von Hand betätigt, bei größeren durch Riementrieb u. dgl. von der Betriebsmaschine aus angetrieben (vgl. Abb. 94 auf S. 98).

Die Klärung und Wiedergewinnung des gebrauchten Spülwassers ist erforderlich, wenn das Wasser knapp oder teuer ist. Sie empfiehlt sich aber auch sonst, weil sie durch Beobachtung des Wasserspiegels im Klärbehälter einen Rückschluß auf Klüfte im durchbohrten Gebirge gestattet: Steigen des Wasserspiegels deutet auf Erbohrung einer wasserführenden, Sinken auf Erbohrung einer trockenen Kluft.

2. Das Gestänge besteht jetzt in der Regel aus nahtlosen Mannesmann-Stahlrohren, seltener aus patentgeschweißten schmiedeeisernen Rohren. Die Verbindung erfolgt durch Verschraubung nach den in der Abb. 91 *a*—*f*

---

[1]) Näheres siehe Zeitschr. d. Bohring. u. Bohrtechn. 1921, Nr. 15, S. 113 u. f.; Stein: Die umgekehrte Spülung beim Tiefbohren usw.

Digitized by Google

gegebenen Beispielen, nämlich entweder durch Vermittlung von Muffen (*a*) oder Nippeln (*b*) oder durch unmittelbare Verschraubung. Die Verbindungen *c* und *f* werden vorzugsweise verwandt. Die verdickten Köpfe der beiden Rohre (*f*) bzw. des oberen Rohres (*e*) sowie die muffenartige Erweiterung nach *c* werden durch „Anstauchen" in erweichtem Zustande hergestellt. Gestänge mit angestauchten (*c*) oder angeschraubten Muffen (*a*) bieten den Vorteil, daß die Muffen den infolge des Durchbiegens des Gestänges bei größeren Teufen unvermeidlichen Anprall des Gestänges gegen die Bohrlochstöße aufnehmen und daß sie leicht erneuert werden können. Die Rohre nach Abb. 91 *d* haben den Vorteil, daß sie innen und außen glatt sind und der

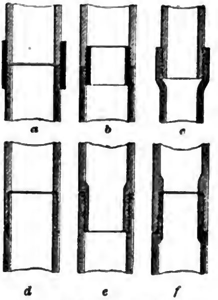


Abb. 91 *a*—*f*. Gestänge- und Bohrrohrverbindungen.

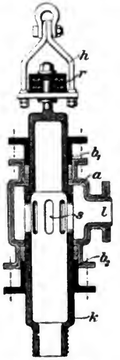


Abb. 92. Drehkopf.

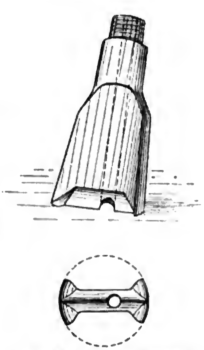


Abb. 93. Meißel mit exzentrischer Spülung.

Spülung keine Widerstände bieten; sie werden aber teuer und schwer, weil die Wandstärke so groß genommen werden muß, daß sie die Schwächung durch das Gewinde erträgt. Die Verbindungen nach Abb. 91*a* und *c* sind wenigstens innen glatt. Das Gestänge wird in der Regel mit äußeren Durchmessern von 40—80 mm und mit Wandstärken von $2^1/_4$—4 mm hergestellt, wiegt 2—7 kg je lfd. m und kostete früher etwa 4—9 ℳ je m.

Die Einleitung des Spülstromes in das Bohrloch erfolgt bei innerer Abwärtsspülung durch einen Drehkopf („Holländer"), bei „Verkehrtspülung" durch eine Stopfbüchse. Im ersteren Falle wird die Druckwasserleitung an das Hohlgestänge so angeschlossen, daß dessen Drehung zum Zwecke des Umsetzens ermöglicht wird. Bei umgekehrter Spülung wird dagegen die Spülleitung mit der festen Verrohrung des Bohrlochs verbunden. Ein einfacher Drehkopf wird durch Abb. 92[1]) veranschaulicht. Die Druckwasserleitung *l* mündet mittels eines seitlichen Stutzens in das Mantelstück *a*, das oben und unten mit einer Stopfbüchse b_1 bzw. b_2 wasserdicht an das

[1]) Ursinus: Kalender für Tiefbohringenieure usw., (Frankfurt a. M., Vulkanverlag), 1913, S. 90.

Digitized by Google

Kopfstück *k* des drehbar aufgehängten Hohlgestänges angeschlossen ist. Der Spülstrom tritt durch die Schlitze *ss* in das Gestänge ein. Das Kopfstück ist durch Vermittelung des Kugellagers *r* und des Tragbügels *h* an der Nachlaßvorrichtung aufgehängt (vgl. auch das Gesamtbild in Abb. 104 auf S. 110).

3. Der Bohrmeißel muß eine Bohrung für das Spülwasser erhalten. Diese kann im oberen Teile des Meißels sich nach den beiden Außenseiten verzweigen (vgl. Abb. 107 auf S. 113); sie kann aber auch, um die Spülung wirksam bis auf die Bohrlochsohle zu führen, bei starkem Spülstrom bis in die Schneide selbst durchgeführt werden, in welchem Falle man, wenn keine Kerne gebohrt werden sollen, den Spülkanal neben der Mitte der Schneide endigen lassen muß (Abb. 93).

4. Von Zwischenstücken kommt hauptsächlich der Freifall in Betracht, der hier ebenfalls für den Durchgang des Spülstromes entsprechend gearbeitet und mit einer Stopfbüchse zur Vermeidung von Wasserverlusten versehen werden muß. Die dabei entstehende Reibung verringert die Schlagkraft, muß aber in den Kauf genommen werden. Die einfachsten Spülfreifallgeräte sind die dem Fabianschen nachgebildeten.

Die Freifallbohrung mit Spülung ermöglicht in nicht zu hartem Gestein und mittleren Teufen Stundenfortschritte von 3—5 m.

β) Neuere Bohrverfahren (Schnellschlagbohrung).

22. — **Grundgedanke.** Das Schnellschlagbohren hat im letzten Jahrzehnt das Bohren mit Zwischenstücken stark zurückgedrängt. Der Grundgedanke dieser Bohrweise ist der, daß mit starrem Gestänge gebohrt, dieses jedoch federnd aufgehängt oder federnd bewegt und der Aufhängepunkt in solcher Höhe gehalten wird, daß das Gestänge immer nur auf Zug beansprucht wird. Auf diese Weise wird das Gestänge mit dem Meißel einfacher verbunden und mehr geschont als bei Verwendung von Rutschschere und Freifall. Zu beachten ist, daß ein federnd aufgehängtes Gestänge nicht nur den Schwengelhub mitmacht, sondern vermöge der Trägheit der bewegten Massen, welche die Federn abwechselnd stark ausdehnt und wieder zusammendrückt, einen um das Maß dieser Ausdehnung bzw. Zusammendrückung größeren Hub macht, der durch Mitwirkung der Gestängeträgheit die Schlagkraft erhöht. Trotzdem werden aber bei richtiger Bemessung der tiefsten Lage des Aufhängepunktes gefährliche Stauchungen des Gestänges vermieden, da sofort nach Aufschlag des Meißels die dadurch entlasteten Federn wieder zurückschnellen und das Gestänge wieder zurückziehen, ehe es durch den Anprall gefährlich beansprucht werden kann. Die dadurch sich ergebende Wirkungsweise kann am besten mit dem Schnellen eines an einer Gummischnur befestigten Balles gegen den Erdboden verglichen werden. Sie ist übrigens die gleiche wie diejenige der elektrischen Kurbelstoßbohrmaschine (vgl. unten, S. 183 u. f.).

Hiernach liegt der Schwerpunkt des Schnellschlagbohrens in der Gestaltung des Antriebs. Außerdem sind diese neueren Bohrverfahren aber auch durch zweckmäßigere Ausgestaltung der Nachlaßvorrichtungen gekennzeichnet. Gestänge und Meißel dagegen bieten keine erheblichen Besonderheiten.

Das Verfahren wird durchweg als Spülbohrung durchgeführt.

Digitized by Google

23. — Allgemeines über den Antrieb. Die Bewegung des Gestänges erfolgt durch einen Bohrschwengel oder durch ein Seil: auch werden Verbindungen von Schwengel und Seil benutzt. Beim Schwengelbohren wird die erforderliche Federung im Antrieb durch federnde Verlagerung oder Bewegung des Schwengels erzielt, wogegen sie beim Seilantrieb in der Elastizität des Seiles beruht.

Der Aufhängepunkt wird auf eine solche Höhenlage eingestellt, daß der Meißel in der Ruhelage in seiner tiefsten Stellung noch nicht die Sohle

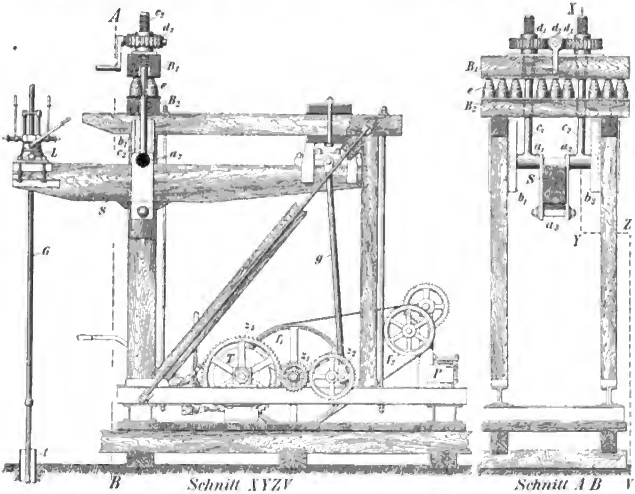


Abb. 94. Bohrschwengel der Internationalen Bohrgesellschaft (nach A. Raky).

berührt, sondern erst nach einer Anzahl von Hüben, während deren das Spiel der Federn immer lebhafter mitwirkt, zum Aufschlagen kommt.

24. — Bohreinrichtung nach Raky. Die Wirkungsweise eines Bohrschwengels nach A. Raky, dem wir die Einführung einer regelrecht federnden Aufhängung des Bohrschwengels verdanken, wird durch Abb. 94 veranschaulicht. Der hölzerne Schwengel *S*, der am Kopfe mit einem eisernen Lager *L* zum Tragen des Gestänges *G* ausgerüstet ist, ist drehbar an den Zapfen a_1 a_2 aufgehängt, die in den Führungstücken b_1 b_2 verschiebbar sind; er wird von den Zapfen durch Vermittlung zweier Wangenlaschen und des unteren Bolzens a_3 getragen. Die Zapfen sind ihrerseits mit Stangen c_1 c_2 versehen, die oben Gewinde tragen, so daß sie durch Drehung der als Muttern dienenden Schneckenräder d_1 d_2 mit Hilfe der Schnecke d_3 gehoben

und gesenkt werden und damit die Lagerstellen des Schwengels nach Bedarf höher oder tiefer gelegt werden können. In letzter Linie wird nun das ganze Schwengelgewicht durch die Unterlegscheiben unter den Schneckenrädern auf den oberen Querbalken B_1 übertragen, der seinerseits durch die kräftigen Pufferfedern e gegen den auf dem Schwengelgerüst ruhenden unteren Querbalken B_2 abgestützt ist. Die Zahl und Stärke dieser Federn richtet sich nach dem Gestängegewicht und kann im Laufe der Bohrung mit dem Aufsetzen neuer Gestängestücke allmählich erhöht werden. Die Einrichtung gestattet also die vollständige Abfederung des Gestänges und die genaue Einstellung der Höhenlage des Schwengelzapfens.

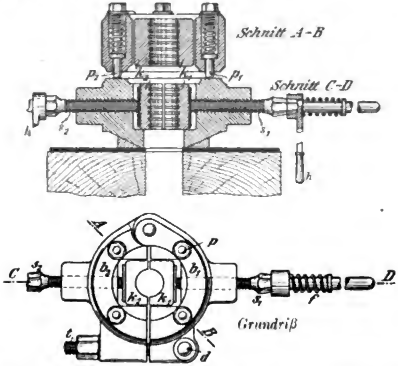


Abb. 95. Springschlüssel der Internationalen Bohrgesellschaft.

Der Antrieb (hier nicht gezeichnet) wirkt auf die Riemenscheibe f_1, von deren Achse durch das Zahnradgetriebe $z_1\,z_2$ die Zugstange g in Bewegung gesetzt wird. Eine von der Riemenscheibe f_1 aus durch einen Treibriemen angetriebene zweite Riemenscheibe f_2 liefert durch die Vermittelung zweier Zahnräder den Antrieb für die Spülpumpe P. Soll Gestänge aus- oder eingefördert werden, so wird nach Einrückung einer Kuppelung mittels des Zahnradgetriebes $z_1\,z_3$ die Seiltrommel T bewegt.

Eine weitere erhebliche Verbesserung Rakys war die von ihm erfundene Nachlaßvorrichtung, die an die Stelle der alten Stellschraube mit ihren Übelständen getreten ist. Sie wird gekennzeichnet durch die beiden sog. „Springschlüssel", von denen Abb. 95 eine Ausführung veranschaulicht. Diese bestehen in der Hauptsache aus Klemmbacken $k_1\,k_2$ mit Innennuten, die von Gelenkbändern $b_1\,b_2$ umfaßt werden, die nach Lösung der Klappschraube t (durch Drehung um einen Gelenkbolzen d) geöffnet werden können. Der obere Springschlüssel ruht durch Vermittelung der abgefederten Bolzen $p_1\,p_2$ auf dem unteren, dieser in einer Pfanne des Schwengelkopfes. Die Anpressung der Backen $k_1\,k_2$ an das Gestänge erfolgt mit Hilfe der Schrauben-

Digitized by Google

spindeln s_1 s_2, die durch die Handhebel h etwas gedreht werden können. Für gewöhnlich sind alle vier Klemmbacken fest angezogen und übertragen die Last des Gestänges auf das Lager auf dem Schwengelkopf. Während der Bohrung wird aber in geringen Zwischenräumen, (die um so kleiner sind, je schneller die Bohrung fortschreitet), zunächst das obere und dann das untere Klemmbackenpaar gelöst und sofort wieder angezogen. Die Lösung der oberen Klemme bewirkt deren Hochschnellen um den Betrag der Entspannung der Federn auf den Bolzen p_1 p_2, die Lösung der unteren Klemme ebenfalls deren Hochrücken unter erneuter Zusammendrückung der Federn. Auf diese Weise wird erreicht, daß die beiden Klemmen fortgesetzt am Gestänge gewissermaßen „hochklettern", was in Wirklichkeit eine ebenso große Senkung des Gestänges bedeutet. Es kann also ununterbrochen, ohne Einwechseln von Paßstücken, auf eine volle Gestängelänge abgebohrt werden. Ist dann ein Gestängebund auf dem Springschlüssel angekommen, so erfolgt das weitere Senken (um die Höhe der Gestängeverschraubung) durch Nachsenken des ganzen Schwengels mit Hilfe des Schneckenradgetriebes d_1—d_2 (Abb. 94). Sodann werden nach Abfangen des Gestänges die Rahmen b_1 b_2 der Springschlüssel auseinandergeklappt, worauf der Schwengel wieder um die Höhe der Verschraubung heraufgeschraubt und gleichzeitig ein neues Gestängestück aufgeschraubt wird.

Durch diese Verbesserungen ist es **Raky** gelungen, in mittelfestem Gebirge mit regelmäßiger Lagerung (z. B. im westfälischen Kreidemergel) bei mittleren Teufen Fortschritte bis zu 10 m in der Stunde zu erzielen.

25. — **Bohreinrichtung der Kontinentalen Tiefbohrgesellschaft (vorm. H. Thumann).** Diese Bohreinrichtung (vgl. Abb. 96) ist eine

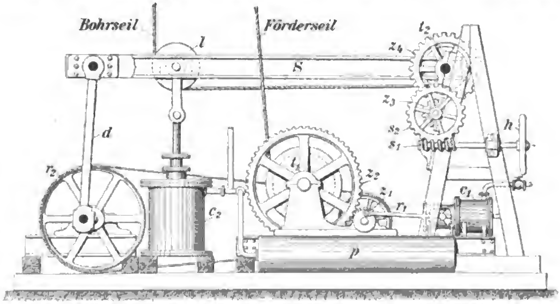


Abb. 96. Bohrkran der Kontinentalen Tiefbohrgesellschaft.

Verbindung des Schwengel-Schnellschlagbohrens mit der Seilaufhängung. Die Bewegung des Gestänges erfolgt nämlich durch den aus zwei kräftigen ⊔-Eisen zusammengesetzten Schwengel S, der als einarmiger Hebel aufzufassen ist, da er an seinem hinteren Ende in einem Gelenk drehbar verlagert ist und an seinem vorderen Ende durch die Pleuelstange d auf und ab bewegt wird. Das Gestänge hängt am „Bohrseil". Dieses wird von der Trom-

Digitized by Google

mel t_2 dem Vorrücken der Bohrarbeit entsprechend nach und nach abgewickelt, indem die Trommel durch das Handrad h und das Schnecken- und Zahnradgetriebe $s_1 s_2 z_3 z_4$ gedreht wird. Von der Trommel aus geht das Seil über die Leitrolle l zur Seilscheibe im Kopfe des Bohrturms (vgl. Abb. 104 auf S. 110). Zur Aufnahme der Stöße beim Bohren dient der Ausgleichszylinder c_2, dessen Kolben mittels der Kolbenstange an der Welle der Leitrolle l angreift. Bei der Freifallbohrung mit ihrem entsprechend größeren Hub dient der Dampfpuffer p als Ausgleichsvorrichtung. Mit zunehmender Teufe und wachsender Gestängelast kann der Dampfdruck gesteigert werden. Der Antrieb erfolgt durch den Dampfzylinder c_1, der die Riemenscheibe r_1 bewegt. Von dieser aus wird, wenn gebohrt werden soll, durch Verschiebung des Riemens auf der doppelten Riemenscheibe r_2 die Kurbelwelle für die Pleuelstange bewegt. Soll dagegen Gestänge gefördert werden. so schaltet man durch eine Kuppelung das Zahnradgetriebe z_1 z_2 und damit die Förderseiltrommel t_1 ein.

Mit den beschriebenen beiden Bohrvorrichtungen kann auch sehr rasch zum Bohren mit Freifall übergegangen werden; es ist dazu nur notwendig, eine längere Kurbel auf die Kurbelwelle zu setzen und eine entsprechend geringere Anzahl von Schlägen zu geben, so daß mit großem Hub und geringer Hubzahl gearbeitet wird.

Derartige, Bohr- und Fördereinrichtungen in sich vereinigende Anlagen, die sich auch bei anderen Bohrverfahren eingebürgert haben, werden als „Bohrkrane“ bezeichnet.

26. — **Schnellschlagbohrung mit Seil.** Die Grundzüge einer Seilschlagbohrvorrichtung der Deutschen Tiefbohr-A.-G. in Nordhausen sind aus Abb. 97 ersichtlich. Von der Antriebswel e A aus wird durch die Zugstange p die Schwinge B und damit das in einem der Bolzenlöcher *1—4* mittels Schäckels befestigte Zugseil s in hin und her gehende Bewegung versetzt. Diese Bewegung wird durch ein n Schwengel S auf das Seil F und dadurch auf die Flaschenzugrolle R übertragen, an der das Bohrgestänge hängt. Die Befestigung von s im Loche *1* ergibt den kleinsten, die Befestigung im Loche *4* den größten Hub. Das Nachlassen des Gestänges wird durch Abwickeln des Seiles F von der Trommel T ermöglicht, diese wird durch das Schneckengetriebe N mittels des Handrades H gedreht.

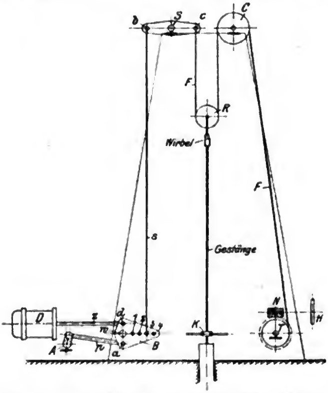


Abb. 97. Grundzüge der Seilschlag-Bohrvorrichtung der Deutschen Tiefbohr-A.-G.

UNIV. OF
CALIFORNIA

Außer der Elastizität des Seiles wirkt auch der am entgegengesetzten Ende mittels der Kolbenstange *z* angreifende Dampfzylinder *D* mit Kolben federnd.

Dieser Seilschlagbohreinrichtung ist diejenige von Pattberg[1]) (D. R.-P. 104158) ähnlich, die das Seil unmittelbar mittels einer schwingenden Trommel bewegt.

Andere Seilschlagbohrverfahren sind das „Rapid"- und „Expreß"-Bohrverfahren der Österreicher Fauck und Trauzl.

27. — **Beurteilung der Schnellschlag-Bohrverfahren.** Die Schnellschlagbohrung bietet gegenüber dem einfachen Bohren mit starrem Gestänge den wesentlichen Vorzug, daß gefährliche Stöße vom Gestänge durch die federnde Aufhängung ferngehalten werden. Vor dem deutschen Bohren mit Zwischenstücken hat sie den Vorteil einer einfachen und widerstandsfähigen Verbindung des Meißels mit dem Gestänge voraus. Außerdem wird das Anbohren weicherer oder härterer Gebirgschichten, das Antreffen von Lagerstätten u. dgl. bedeutend leichter erkannt als beim Bohren mit Zwischenstücken, weil der Krückelführer vorzüglich mit der Bohrlochsohle Fühlung behält. Ferner kann die Antriebvorrichtung mit sehr kurzen Hüben (5—15 cm gegen 60—80 cm bei anderen Verfahren) und entsprechend hohen Schlagzahlen (80—150 in der Minute gegen 60 mit Rutschschere und 30 mit Freifall) arbeiten, wobei trotzdem infolge der elastischen Aufhängung genügend kräftige Schläge geführt werden können. Diese treffen, wie bei dem gleichfalls mit schnellen und leichten Schlägen arbeitenden Bohrhammer, immer nur gegen die oberste, am stärksten gespannte Schicht der Bohrlochsohle, in der verhältnismäßig die größte Wirkung erzielt wird. Infolgedessen ist das Verfahren sehr leistungsfähig.

Für Teufen von weniger als 100 m ist die Schnellschlagbohrung nicht geeignet, weil dann andere Verfahren billiger arbeiten. Anderseits macht sich bei sehr großen Teufen die große Gestängelast, die zu beschleunigen ist, ungünstig bemerklich, so daß dann die Schlagzahl wesentlich verringert werden muß und die Leistungen entsprechend stark sinken. Immerhin kann angenommen werden, daß das Verfahren bis zu etwa 1600 m anwendbar ist. Die günstigsten Verhältnisse liegen etwa bei Teufen zwischen 500 und 800 m.

Die Schlagzahl in der Minute kann für Teufen von wenig über 100 m auf mehr als 200 gesteigert werden. Bei 1500 m kann man immerhin noch mit etwa 120 Schlägen arbeiten.

Was die Gebirgsverhältnisse betrifft, so ist die Schnellschlagbohrung wegen ihrer kräftig absprengenden Wirkung in erster Linie für festes Gebirge bestimmt. Doch steht nichts im Wege, sie auch in weichen Schichten anzuwenden, und in der Tat hat sie für die Durchbohrung von Deckgebirgschichten in solchen Fällen, in denen es auf möglichst rasche und billige Herstellung der Bohrlöcher ankam, in den letzten Jahren mehr und mehr Anwendung gefunden. Diese Bedingungen liegen insbesondere bei der Niederbringung der Bohrlöcher für Gefrierschächte vor, die z. B. für einen Schacht mit 300 m Deckgebirge bereits etwa 7500—9000 m Bohrungen erfordern. Die Bohrung wird dann zweckmäßig mit Dickspülung (vgl. Ziff. 19) betrieben.

[1]) Glückauf 1901, Nr. 35, S. 753; Mentzel: Tiefbohrverfahren der Zeche Rheinpreußen.

Digitized by Google

Auf zwei Gefrierschächten der holländischen Staatsgruben bei Heerlen wurden bei der Schnellschlagbohrung mit Dickspülung im Fließsand und tonigen Sand in 22—258 m Teufe und bei Lochdurchmessern, die von 355 mm bis auf 130 mm abnahmen, Durchschnittsleistungen von etwa 1,75 m in der Stunde reiner Bohrzeit erreicht. Die Höchstleistung während sechs Bohrstunden betrug 10 m i. d. Std.

28. — **Vergleich zwischen Schwengel- und Seil-Schnellschlagbohrung.** Die Schnellschlagbohrung mit Aufhängung des Gestänges an einem Seil gestattet nicht eine so genaue Abfederung des Gestänges wie die Schwengelbohrung, da die Elastizität des Seiles sich nicht genau bestimmen läßt und außerdem veränderlich ist. Anderseits aber ist beim Seilschnellschlag die Bohrlochmitte stets frei, so daß die Arbeiten am Bohrloch (Einlassen und Aufholen des Gestänges und der Verrohrung, Fangarbeiten usw.) in keiner Weise behindert werden. Auch vollzieht sich hierbei das Nachlassen des Gestänges in denkbar einfachster und raschester Weise, da eine ganze Bohrturmhöhe ohne Unterbrechung abgebohrt werden kann. Daher hat die Seilaufhängung ständig an Boden gewonnen.

2. Das Seilbohren.

29. — **Anwendungsgebiet und Beurteilung.** Das Bohren am Seil ist, was bei seiner Einfachheit nicht wundernehmen kann, bereits seit sehr langer Zeit betrieben worden; die Chinesen sollen schon seit mehr als 2000 Jahren durch dieses Bohrverfahren Sol- und Erdgasquellen in größeren Tiefen erschlossen haben.

Wie in diesen ältesten Zeiten dient auch heute noch die Seilbohrung fast ausschließlich zur Gewinnung von Erdöl und -gas, Sole, Trinkwasser u. dgl. und nur ausnahmsweise zu Schürf- und ähnlichen Bohrungen.

Die weitaus größte Bedeutung hat das auf diesem Gebiete vorbildlich gewordene pennsylvanische Seilbohren erlangt, das zur Erschließung der Erdölquellen in Nordamerika dient und in Teufen von 1600 m vorgedrungen ist. Dagegen hat z. B. das deutsche Seilbohren nur für mäßige Teufen Anwendung gefunden, und zwar hauptsächlich zur Gewinnung von Trinkwasser, weshalb es auch als „Brunnenbohren“ bezeichnet wird.

Als Vorzug des Seilbohrens ist zunächst die Vermeidung des ganzen, durch Gestängeförderung und Gestängebrüche verursachten Zeitverlustes zu nennen, demgegenüber die an sich geringere Schlagwirkung sowie der durch das Schlammlöffeln bedingte Aufenthalt, der hier ebenfalls nur gering ist, zurücktritt. Ferner ist vorteilhaft das gegenüber dem Gestänge bedeutend geringere Gewicht des Seiles und die geringere Beanspruchung der Bohrlochstöße durch dieses. Schwerwiegende Nachteile sind auf der anderen Seite: die Unsicherheit der Hubhöhe bei größeren Tiefen infolge der Dehnung des Seils, das mangelhafte Umsetzen und die daraus oft sich ergebende Entstehung von „Füchsen“ im Bohrloch, der geringe Bohrfortschritt in harten Gesteinsarten. Für Schürf- und wissenschaftliche Tiefbohrungen eignet das Seilbohren sich nicht, da es keine Wasserspülung gestattet und das Erbohren von Kernen schwierig und umständlich ist.

30. — **Einige Einzelheiten des Seilbohrens.** Früher glaubte man wegen des unsicheren Umsetzens nur die eine geringere Schlagwirkung aus-

Digitized by Google

übenden Kronenmeißel verwenden zu können; später zog man es jedoch vor, Flachmeißel zu benutzen und etwaige unrunde Stellen durch „Nachbüchsen" mit Hilfe von Hohlzylindern (vgl. auch Abb. 77 auf S. 88), das ja bei Seilbetrieb nur geringen Aufenthalt mit sich bringt, zu beseitigen.

Wegen der Nachgiebigkeit und des geringen Gewichts des Seiles muß der Meißel besonders schwer belastet werden, um eine genügende Schlagwirkung zu erzielen, was durch Schwerstangen von 500—1000 kg Gewicht geschieht.

Eine wichtige Verbesserung, die das Seilbohren in Nordamerika erhalten hat, ist die Einschaltung einer Rutschschere zwischen Meißel und Seil. Diese soll Verklemmungen des Meißels verhüten, indem sie durch ihr Spiel eine gewisse Beschleunigung des hochgehenden Seils vor dem Erfassen des Meißels, d. h. einen gewissen Ruck beim Anheben des letzteren, ermöglicht. Diese Wirkung der Rutschschere wird durch eine zwischen ihrem oberen Gliede und dem Seil eingeschaltete zweite (obere) Schwerstange erhöht, indem diese durch ihre beschleunigte Masse den Ruck verstärkt.

Als Seile werden solche aus bestem Manilahanf oder aus Aloëfaser bevorzugt. Stahldrahtseile haben sich für größere Teufen nicht einbürgern können, da sie dem Rost zu sehr ausgesetzt sind, durch Reibung an den Bohrlochstößen zu rasch verschleißen und die unvermeidlichen, häufigen Rucke und Stauchungen nicht dauernd aushalten können.

Der Antrieb erfolgt durch einen Bohrschwengel, an dessen hinterem Ende ein Kurbelgetriebe angreift, während vorn das Bohrseil durch Vermittlung einer Stellschraube aufgehängt ist und an deren unterem Teile durch eine einfache Klemmvorrichtung festgehalten wird; nach Abbohrung der Stellschraube wird diese wieder in die Anfangstellung gebracht und das Seil nach Abwicklung eines entsprechenden Stückes von der Kabeltrommel von neuem eingeklemmt.

Der Bohrschmand wird durch Löffeln in bekannter Weise beseitigt.

3. Die Bohrverfahren mit Antrieb vor Ort des Bohrlochs[1].

31. — **Hydraulischer und elektrischer Antrieb.** Der galizische Ingenieur Wolski[2]) hat vorgeschlagen, für die Bohrarbeit den Stoß der Wassersäule zu benutzen, die beim Spülbohren im Hohlgestänge steht, und mit dieser eine nach Art des hydraulischen Stoßwidders arbeitende Schlagvorrichtung zu betreiben. Gleichfalls auf der Ausnutzung des hydraulischen Druckes beruht der „Hydromat" von v. Vángel (D. R.-P. 255533). Beide Vorrichtungen sind versuchsweise im Betriebe gewesen. — Eine Verbesserung des hydraulischen Schlagbetriebes stellt der Antrieb von Kegel dar (D. R.-P. 320347).

Das Patent 156926 der Deutschen Tiefbohr-A.-G. sieht für die Bewegung des Meißels ein elektrisches Solenoid vor, das in entsprechend langgestreckter Bauart im untersten Teile des Gestänges untergebracht wird.

32. — **Beurteilung.** Diese Antriebsarten bieten grundsätzlich den außerordentlichen Vorteil, daß die Bewegung des Gestänges wegfällt und

[1]) S. auch das auf S. 81 in Anm. [3]) angeführte Buch von Bansen. S. 133 u. f.

[2]) Vgl. Glückauf 1900, Nr. 44, S. 909; Wolski: Über einige neuere Bohrsysteme.

Digitized by Google

damit an Kraft ganz erheblich gespart, die Veranlassung zu Gestängebrüchen fast ganz beseitigt und die Schlagkraft und -zahl von der Tiefe fast unabhängig gemacht wird. Jedoch haben sich die entgegenstehenden technischen Schwierigkeiten als so bedeutend erwiesen, daß diese Bohrverfahren einstweilen wieder verlassen worden sind.

b) Drehendes Bohren (Diamantbohrung).

33. — **Allgemeines.** Für den drehenden Bohrbetrieb kommt fast ausschließlich die Diamantbohrung in Betracht.

Die Diamantbohrung ist 1864 von Leschot in Genf erfunden worden. Während dieser dabei zunächst lediglich an die Herstellung von Sprengbohrlöchern dachte, ist seine Erfindung im wesentlichen nur für die Tiefbohrung ausgenutzt worden.

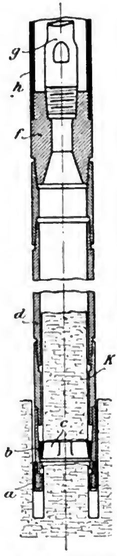


Abb. 98. Diamantbohrkrone mit Kernrohr und Hohlgestänge.

Das Wesen des Diamantbohrens besteht darin, daß (s. Abb. 98) eine Stahlbohrkrone *a* von ringförmigem Querschnitt, die mit einer Anzahl roher Diamanten besetzt ist, in drehende Bewegung versetzt wird und dadurch in mahlender und schabender Tätigkeit um einen stehenbleibenden Bohrkern *K* herum einen ringförmigen Hohlraum im Gebirge herstellt. Das dabei entstehende Bohrmehl wird durch einen Spülwasserstrom, (der hier schon wegen der notwendigen Kühlung der Bohrkrone zugeführt werden muß), als Schlamm zutage gefördert.

34. — **Die Bohrkrone.** Auf die gute Beschaffenheit der Bohrdiamanten[1]) kommt sehr viel an. In der Hauptsache kommen die Diamanten aus Brasilien und Südafrika, und zwar werden die brasilianischen Steine durchweg etwas höher bewertet. Als die besten Steine gelten die sog. „Karbonados" oder „Karbons", dunkle, abgerundete Knöllchen, die wegen ihrer zähen Beschaffenheit nicht zum Splittern neigen. Ihnen kommen gleich die „Ballas", die aber seltener gefunden und verwendet werden. Weniger geschätzt (und daher auch nur etwa halb so teuer) sind die „Boorts", von hellerer Farbe und kristallinischer Beschaffenheit, daher ungleichmäßiger Härte und größerer Neigung zum Splittern.

Die Diamanten werden in verschiedener Weise in den zur Bohrkrone (Abb. 98 und 99) bestimmten Eisen- oder Stahlring eingestemmt. Meist werden sie in einigermaßen passende Löcher des glühend gemachten Ringes eingesetzt und darin durch Verstemmung der Lochränder festgehalten; verschiedentlich werden aber auch die zunächst um den Diamanten vorhandenen Hohlräume vor dem Zustemmen durch Kupfereinlagen ausgefüllt. Eine gänzliche oder teilweise Verdeckung der Steine durch die Verstemmung ist nicht von Belang,

[1]) Näheres s. bei Glockemeier: Diamantbohrungen für Schürf- und Aufschlußarbeiten über und unter Tage, (Berlin, Springer), 1913.

Digitized by Google

da sie sich im Bohrloch sofort freiarbeiten; jedoch ist auf genau gleiche Höhenlage der Spitzen sämtlicher Steine zu achten, weil sonst einzelne Steine durch den Bohrdruck zu stark belastet werden. Die Steine werden so verteilt, daß die von ihnen bestrichenen Ringflächen sich gegenseitig ergänzen (s. Abb. 99), außerdem läßt man die am inneren und am äußeren Rande der Krone eingesetzten Steine etwas vorragen, um Klemmungen der Krone beim Bohren zu verhüten. Die Krone springt soweit nach außen vor, daß zwischen Bohrlochwand und Gestänge ein genügender Hohlraum für das aufsteigende Spülwasser entsteht. Sie erhält Schlitze (l_1—l_4 in Abb. 100, vgl. auch Abb. 99) für den Austritt des Spülstroms.

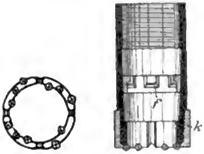


Abb. 99. Diamantbohrkrone mit Kernfänger.

Für eine Krone von 60 mm Durchmesser werden an Steinen etwa 20 Karat, für eine solche von 170 mm Durchmesser etwa 40 Karat gerechnet.

Für geringere Teufen, in denen man mit geringerer Wandstärke von Kernrohr und Verrohrung (s. S. 111 u. f.) auskommt, kann man sich „dünnlippiger" Kronen bedienen, die nur eine Innen- und eine Außenreihe von Diamanten enthalten. Diese werden dann, da das Verstemmen der Steine bei solchen Kronen schwieriger ist, neuerdings vorteilhaft mit sog. „Disken" (vgl. Abb. 100) besetzt. Es sind das eckige oder zylindrische Stahlkörper d_1—d_8, die mit einem zylindrischen Ansatz in eine entsprechende Bohrung in der Krone eingesetzt und mit etwas Zinn eingegossen werden. Man kann diese

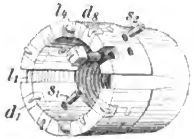


Abb. 100. Diskenkrone der Peiner Maschinenbaugesellschaft.

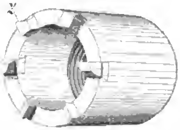


Abb. 101. Bohrkrone mit eingesetzten Stahlzähnen.

Disken von geübten Arbeitern in der Werkstätte der Bohrgesellschaft besetzen lassen und einzeln verschicken; an Ort und Stelle können sie dann von wenig geübten Leuten eingesetzt werden. Auch die zum Freibohren der Krone innen und außen eingesetzten „Decksteine" $s_1 s_2$ usw. sitzen auf ähnlichen Disken.

35. — **Ersatzmittel für Diamanten.** Wegen des hohen Preises der Diamanten, der den Hauptnachteil der Diamantbohrung bildet, sucht man nach Möglichkeit mit anderen Hilfsmitteln auszukommen. In mildem Gebirge (mildem Mergel, weichem Schieferton u. dgl.) kann man mit Stahlbohrkronen arbeiten, deren Zähne entweder unmittelbar in die Krone eingefräst oder aus besonders hartem Stahl hergestellt und in schwalbenschwanzförmige Einschnitte eingesetzt werden (Abb. 101). Härteres Gebirge (milder

Kalkstein, festerer Mergel u. dgl.) kann mit Kronen durchbohrt werden, die mit ähnlichen Schneidzähnen aus besonders harten Legierungen besetzt werden. Eine solche ist z. B. das von der Gesellschaft Prometheus in Frankfurt a. M. hergestellte „Silundum“. Endlich bohrt man in konglomeratischem Gebirge, das wegen seiner wechselnden Härte für die Diamanten sehr ungünstig ist, auch mit lose auf die Bohrlochsohle geschüttetem Stahlschrot, muß dann aber mit schwacher Spülung arbeiten, um ein Hochspülen der noch nicht genügend abgenutzten Schrotstücke zu verhüten.

86. — **Kerngewinnung.** Mit dem Hohlgestänge ist die Bohrkrone durch Vermittelung des Kernrohres *d* (Abb. 98) verbunden. Dieser Rohrsatz hat einen größeren Durchmesser als die Gestängerohre (*g* in Abb. 98) und ist in der Regel 15 m, ausnahmsweise aber auch bis 200 m lang. Die Länge der Kernrohre darf nämlich nicht zu klein genommen werden, da sie gleichbedeutend mit der ohne Unterbrechung des Bohrbetriebes zu erzielenden Bohrlänge ist; hat der Kern den oberen Rand des Kernrohres erreicht, so muß er gezogen werden. Außerdem schützt das Kernrohr gegen Nachfall aus den Stößen und wird schon aus diesem Grunde vielfach entsprechend lang genommen, soweit man sich nicht durch Brockenfänger (s. den nächsten Absatz) hilft.

Mit dem Hohlgestänge *g* wird das Kernrohr durch das Übergangstück (*f* in Abb. 98) mittels beiderseitiger Verschraubung verbunden. Vielfach wird noch ein besonderes Rohr, als „Brockenfänger“ oder „Sedimentrohr“ bezeichnet (*h* in Abb. 98), aufgeschraubt, das gewissermaßen eine verlorene Verrohrung ersetzt und Nachfall aus den Stößen verhüten oder wenigstens von der Krone fernhalten, außerdem auch die durch den Spülstrom zunächst mitgerissenen Gesteinsteilchen, die nach oben hin wegen des größeren Ringquerschnitts in einen schwächeren Strom geraten, auffangen soll.

Zum Abbrechen des zu fördernden Kernes benutzt man gewöhnlich den Kernbrecher *f* in Abb. 99 (*c* in Abb. 98), einen innen mit scharfen Vorsprüngen versehenen oder mit Diamanten besetzten, offenen und daher federnden Stahlring, der beim Anheben des Gestänges in dem zu diesem Zwecke etwas konisch gestalteten untersten Teile des Kernrohres herabrutscht und sich dabei zusammendrückt, so daß seine Zähne in den Kern eindringen. Abb. 98 stellt den Augenblick dar, wo der Kern abgebrochen ist und hochgezogen werden soll. In ungestörtem, zähem Gebirge sind solche Kerne von einer Länge bis zu 90 m erbohrt worden.

In milden Gebirgsarten wie z. B. in Kohlenflözen mit milder Kohle ist die Gewinnung von Kernen in der beschriebenen Weise nicht möglich, da diese durch die Spülung im Verein mit der Drehung des Kernrohres zerstört werden. Hier verwendet man neuerdings Doppelkernrohre, bei denen (Abb. 102) der Kern durch ein inneres Kernrohr k_2, das in dem äußeren Kernrohr k_1 steckt, geschützt wird. Die Spülung wird durch den Konus *v* abgelenkt und auf den ringförmigen Raum zwischen k_1 und k_2 verteilt, von wo aus sie dann durch Schlitze in der Krone *b* nach außen tritt. Damit das innere Kernrohr ruhig hängt, ist es in einem Kugellager an dem Tragstück *z* aufgehängt, das seinerseits nach oben hin noch durch ein zweites Kugellager reibungsfrei gemacht ist. Der Kautschukring *d* dient zur Abdichtung gegen das Spülwasser.

Digitized by Google

37. — **Antrieb.** Für die Antrieb- und Nachlaßvorrichtung ist eine richtige Belastung der Krone besonders wichtig. Ist nämlich der Bohrdruck auf die Krone zu gering, so schreitet die Bohrung zu langsam vorwärts; ist er zu groß, so leiden die Diamanten. Mit Rücksicht auf diese läßt man den Druck auf die Krone je nach deren Größe nicht stärker als 300—500 kg werden. Wenn nun beispielsweise das Gestänge 5 kg je lfd. m wiegt und die Krone nicht mehr als 400 kg Belastung erhalten darf, so wird bereits bei 80 m Teufe die Grenzbelastung durch das Gestängegewicht erreicht. Bei

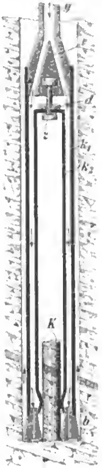


Abb. 102. Doppelkernrohr der Internationalen Bohrgesellschaft.

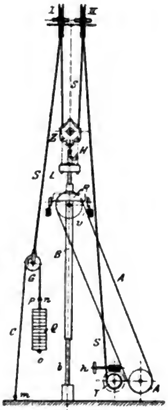


Abb. 103. Schema der Diamantbohrvorrichtung der Deutschen Tiefbohr-A.-G.

weiterem Fortschreiten der Bohrung muß dann also die Bohrkrone durch teilweise Ausgleichung des Gestängegewichts entlastet werden.

38. — **Ausführungsbeispiele.** Im übrigen werden die Bohreinrichtungen je nach der zu erwartenden Teufe verschieden ausgeführt. Nachstehend werden nur die für größere Teufen bestimmten besprochen; für geringere Teufen finden die unter III. behandelten Söhlig- und Schrägbohreinrichtungen Verwendung. Bei den deutschen Diamantbohreinrichtungen für größere Teufen ist besonders Wert darauf gelegt, daß man möglichst schnell von der Diamantbohrung zur Meißelbohrung (mit Rutschschere, Freifall oder Schnellschlag) und umgekehrt übergehen und dadurch sich den verschiedenartigen Gebirgsverhältnissen anpassen kann. Gerade dieser Möglichkeit, das jeweils passendste und vorteilhafteste Verfahren anzuwenden, sind

Digitized by Google

zum großen Teil die bedeutenden Erfolge der neueren deutschen Tiefbohrtechnik zuzuschreiben.

Bei derartigen Diamantbohreinrichtungen wird ein Bohrturm errichtet und der Antrieb auf einem kleinen Wagen oder auf einem in Ketten hängenden und nach Beendigung der Drehbohrung hochzuziehenden Profileisenrahmen verlagert, so daß das Bohrloch jederzeit für andere Bohrverfahren freigegeben werden kann.

Am einfachsten läßt sich die nach Ziff. 37 erforderliche Ausgleichung des Gestängegewichtes bei der Aufhängung des Gestänges am Seil (vgl. Ziff. 26) durchführen, indem dieses dann sowohl zum Nachlassen als auch (durch Einschaltung eines Gegengewichts od. dgl.) zum Entlasten der Bohrkrone benutzt wird. Den Grundgedanken einer solchen Anordnung veranschaulicht die nur für die Diamantbohrung bestimmte einfache Bohreinrichtung der Deutschen Tiefbohr-A.-G. (Abb. 103). Hier wird die Bewegung von der Riemenscheibe A aus auf die Scheibe R und dadurch mittels eines Kegelradgetriebes auf die quadratische Hohlspindel B übertragen. Das Getriebe ist wieder auf einem Bohrwagen verlagert, so daß die Bohrlochmitte zur Gestängeförderung usw. freigegeben werden kann. Die Bohrspindel ist unten mit dem Gestänge b, oben mit einem Ansatzstück verschraubt, das den Drehkopf H für die Spülwasserzuführung trägt und in dem Kugellager L hängt. Letzteres wird mittels zweier Ketten von der Flaschenzugrolle Z getragen, die in das Seil S eingeschaltet ist. Dieses Seil wird mit seinem einen Ende von der Trommel r mit Hilfe des Schneckengetriebes h entsprechend dem Vorrücken der Bohrung abgewickelt, während das andere die Rolle G mit Gegengewicht Q trägt. Das Gegengewicht braucht infolge der doppelten Flaschenzug-Übersetzung nur $\frac{1}{4}$ des Gestänges zu wiegen, um dieses vollständig auszugleichen.

Eine von der Kontinentalen Tiefbohrgesellschaft in Halle a. S. ausgeführte Bohreinrichtung für Schlag- und Drehbohrung zeigt Abb. 104. Diese läßt unten den in Abb. 96 auf S. 100 dargestellten Bohrschwengel G der Gesellschaft nebst seinem Antrieb wiedererkennen. Jedoch ist jetzt der zur Kurbelscheibe führende Treibriemen abgeworfen und an seine Stelle ein Riemen- und Seilantrieb t für die auf der zweiten Turmbühne über das Bohrloch gefahrene oder an Ketten eingehängte Drehvorrichtung D getreten. Das Gestänge hängt nach wie vor am Bohrseil, doch dient dieses jetzt als Nachlaß- und Ausgleichseil. Damit das Gestänge während der Drehung nachgesenkt werden kann, wird es von der Drehvorrichtung nicht unmittelbar, sondern durch Vermittelung des sog. „Arbeitsrohres“ a mitgenommen. Dieses ist seinerseits mit einer Nut versehen, durch die eine Rippe im Antrieb-Kegelrade hindurchgeht. Das Gestänge ist mit dem Arbeitsrohr durch die beiden Klemmkuppelungen k_2 gekuppelt, die je drei Schrauben haben und daher gestatten, die Achse des Gestänges genau in die Achse des Arbeitsrohres zu bringen. Ist das Arbeitsrohr abgebohrt, so wird es abgekuppelt, hochgezogen und weiter oben wieder mit dem Gestänge verbunden. Das Spülwasser wird von der Pumpe P angesaugt und durch die Rohrleitung w und den Schlauch s in den Drehkopf d und aus diesem in das Hohlgestänge g gedrückt. Die Trübe fließt unten aus. Der Betriebsdampf wird durch den fahrbaren Dampfkessel L geliefert.

Digitized by Google

Bei der in Abb. 105 dargestellten Drehvorrichtung der **Internationalen Bohrgesellschaft** wird unter Umgehung eines besonderen Arbeitsrohres die Drehbewegung unmittelbar auf das Gestänge *g* selbst übertragen, und zwar mittels der Führungstangen $f_1 f_2$, auf denen die an das Gestänge angeklemmte und an der Drehung teilnehmende doppelte Rohrschelle *s* sich, dem Fortschreiten der Bohrung entsprechend, abwärts schiebt.

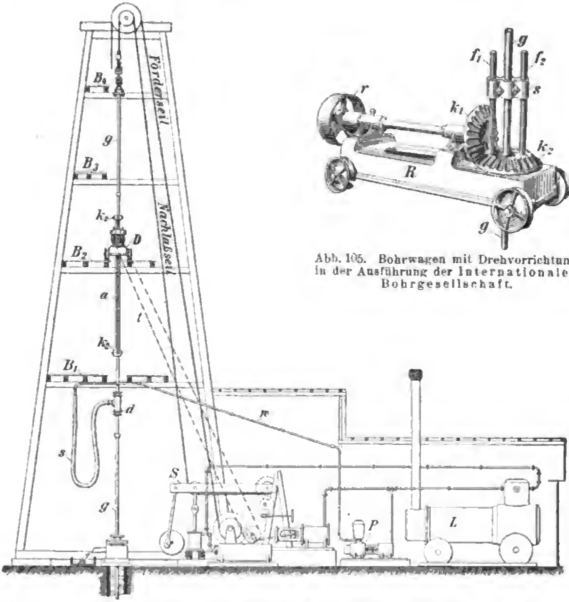


Abb. 105. Bohrwagen mit Drehvorrichtung in der Ausführung der Internationalen Bohrgesellschaft.

Abb. 104. Bohranlage der Kontinentalen Tiefbohrgesellschaft für abwechselnde Meißel- und Diamantbohrung.

Bei den Bohreinrichtungen, bei denen während der Stoßbohrung das Gestänge unmittelbar am Schwengel hängt, kann man diesen während der Drehbohrung als Ausgleichvorrichtung benutzen, indem man den Schwengelschwanz mit Gegengewichten belastet und entsprechend dem Fortschreiten der Bohrung weitere Gewichte auflegt. Statt der Gegengewichte kann auch eine am Schwengelschwanz angreifende Nachlaßwinde mit Bremsvorrichtung angewandt werden, welche letztere entsprechend dem wachsenden Gestängegewicht mehr und mehr angepreßt wird. — Die Umdrehungszahl beträgt 200—300 in der Minute.

Digitized by Google

39. — Beurteilung der Diamantbohrung. Das Anwendungsgebiet der Diamantbohrung ist enger begrenzt als das der Stoßbohrung. Sie verlangt mit Rücksicht auf die geringe Festigkeit der Diamanten ein möglichst gleichmäßiges und feinkörniges Gebirge, wie z. B. Kalkstein, Grauwacke, Basalt, eignet sich dagegen nicht für groben Sandstein, Konglomerat, Granit u. dgl. In stark quarzhaltigen Gesteinen wie Quarzit u. a. stellt sich die Diamantbohrung teuer infolge des starken Verbrauchs an Diamanten. Endlich neigt dieses Bohrverfahren wie jede Drehbohrung leicht dazu, aus dem Lot zu kommen, weshalb auch steil einfallende Gebirgschichten von wechselnder Festigkeit sowie Schichten mit steil einfallenden Klüften für das Diamantbohren ungünstig sind. Außerdem darf das Gestein nicht zu milde sein, weil sonst andere Bohrverfahren vorteilhafter sind, wenn man ohne Kerngewinnung auskommen kann.

Liegen die eben aufgestellten Bedingungen vor, so bietet das Diamantbohren große Vorteile. Es gestattet als ununterbrochen wirkendes Drehbohren eine vorteilhafte Kraftausnutzung, da die abwechselnde Beschleunigung und Verzögerung größerer Massen, wie sie beim stoßenden Bohren notwendig ist, wegfällt. Auch ist, weil nur ein ringförmiger Querschnitt ausgebohrt wird, die Menge des zu zerkleinernden Gesteins geringer als bei der Vollbohrung. Allerdings wird dieser Vorteil durch die feinere Zerkleinerung des Gesteins, wie sie bei der Diamantbohrung eintritt und den Arbeitsaufwand erhöht, teilweise wieder ausgeglichen. Die Gestängebrüche sind wegen der Gleichförmigkeit der Bewegung seltener. Sehr wesentlich ist auch die vorzügliche Kerngewinnung, die genauen Aufschluß über die durchbohrten Schichten gibt und noch bei sehr kleinen Bohrlochdurchmessern möglich ist: aus dem Bohrloch bei Schladebach z. B. wurden in Tiefen von über 1700 m noch gut erhaltene Kerne von nur 12 mm Durchmesser mit einer Krone von 31 mm Durchmesser erbohrt[1]). Außerdem ist aber auch bei Teufen von mehr als 1600 m die Diamantbohrung — abgesehen von der für unsere Verhältnisse nicht in Betracht kommenden Seilbohrung — das einzige noch anwendbare Bohrverfahren; alle tieferen Bohrlöcher sind also in ihrem untersten Teile mittels der Diamantbohrung niedergebracht worden.

Ein Mangel des Diamantbohrens ist der verhältnismäßig geringe Bohrlochdurchmesser; der Anfangsdurchmesser schwankt im allgemeinen zwischen 60 und 200 mm. Auch sind Erweiterungen der Bohrlöcher, z. B. zum Zwecke des Nachsenkens von Verrohrungen, schwierig und teuer.

Wegen der verhältnismäßig großen Anlagekosten kommt die Diamantbohrung im allgemeinen nur für tiefere Bohrlöcher in Frage.

C. Besondere Einrichtungen und Arbeiten bei der Tiefbohrung.

a) Verrohrung.

40. — Zweck der Verrohrung. Die Verrohrung von Bohrlöchern soll in erster Linie Störungen und Gefährdungen der Bohrarbeit durch Nachfall ausschalten. Sie ist besonders für die Spülbohrung meist von großer Wichtigkeit, da sie die Zerstörung der Bohrlochstöße durch den Spülstrom

[1]) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes. 1888, S. 311; Köbrich: Bergtechnische Mitteilungen über die Tiefbohrung zu Schladebach.

Digitized by Google

verhütet und Verlusten an Spülwasser im klüftigen Gebirge oder umgekehrt Störungen des Spülstromes durch entgegenwirkende Gebirgsquellen vorbeugt. Außerdem verhütet die Verrohrung in Bohrlöchern, die zur Gewinnung von Erdöl, Sole, Trinkwasser u. dgl. dienen, die Verunreinigung oder Verdünnung dieser Flüssigkeiten durch solche aus anderen Schichten.

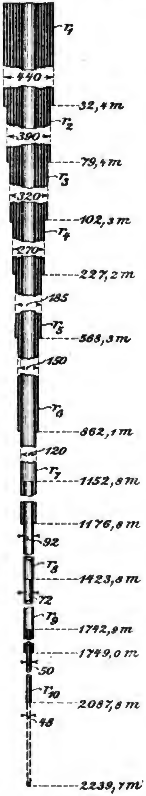


Abb. 106. Profil des Bohrlochs Czuchow II mit seinen Verrohrungen.

Ein Beispiel für die Verrohrung eines tiefen Bohrlochs liefert Abb. 106[1]), die das Bohrprofil des Bohrlochs Czuchow II bei Gleiwitz, eines der tiefsten Bohrlöcher der Welt, darstellt und gleichzeitig auch die starke Abnahme des jeweilig in mm angegebenen Bohrlochdurchmessers nach der Tiefe hin (s. Ziff. 42) erkennen läßt.

41. — Rohre. Wenn es sich um Sol- oder sonstige Mineralquellen handelt, finden meist Kupferrohre Verwendung, während sonst hauptsächlich schmiedeeiserne und Stahlrohre, seltener die allerdings (trotz größerer Wandstärke) billigeren, aber dafür weniger widerstandsfähigen Gußeisenrohre benutzt werden. Die Verbindung der einzelnen Rohre miteinander kann außer durch die bei den Gestängerohren beschriebenen Arten der Verschraubung (Ziff. 21) auch durch Vernietung erfolgen, wenn die Rohre dauernd im Bohrloch verbleiben sollen. Am besten, allerdings auch am teuersten, sind Rohrverbindungen nach Abb. 91 *d* auf S. 96, die außen und innen glatt sind. Im übrigen verdienen außen glatte Rohrverbindungen mit inwendig vorspringenden Teilen nach Abb. 91*b* und *e*—*f* den Vorzug, da sie beim Nachsenken weniger leicht stecken bleiben und nach Beendigung der Bohrung besser herausgezogen werden können.

42. — Einbringen der Verrohrung. Die Verrohrung kann eine „gültige", d. h. bis zutage gehende (r_1—r_7 in Abb. 106), oder eine „verlorene", d. h. nur an Ort und Stelle eingebrachte (r_8—r_{10}), sein. Bei Spülbohrungen bilden gültige Verrohrungen die Regel. Verlorene Rohrsätze werden meist dann verwendet, wenn nachträglich sich die Notwendigkeit herausstellt, an einer Stelle den Nachfall zurückzuhalten. Bei einer regelrechten und planmäßigen Verrohrung dagegen folgt der Rohrsatz der Bohrung nach, und zwar entweder absatzweise oder ununterbrochen. Letzteres ist in milden Schichten vorzuziehen, weil dann der Nachfall gänzlich ver-

[1]) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes. 1911, S. 93; Jäger: Das Niederbringen des 2240 m tiefen Bohrlochs Czuchow II.

Digitized by Google

mieden wird; jedoch kann man in gutem Gebirge unbedenklich 300—500 m und in schwimmendem Gebirge bei Dickspülung (Ziff. 19) 200—300 m tief bohren, ehe man die Verrohrung nachsenkt.

Soweit für das Nachsinken der Verrohrung deren Eigengewicht nicht ausreicht, kann durch Gewichtsbelastung oder durch Zug- oder Preßvorrichtungen nachgeholfen werden. Die notwendigen Angriffsflächen werden dabei durch Klemmbacken, die sog. „Röhrenbündel“, gebildet, die auch zum Einhängen, Abfangen, Verschrauben, Drehen und Heben der Rohrsätze Verwendung finden. Wird mit Gewichten gearbeitet, so werden diese einfach auf die Röhrenbündel gelegt. Eine durch Schraubenspindeln wirkende Zugvorrichtung ist der sog. „Preßkopf“, ein über das oberste

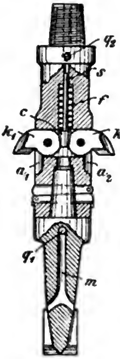


Abb. 107. Erweiterungsbohrer nach Fauck.

Abb. 108. Exzentrischer Meißel.

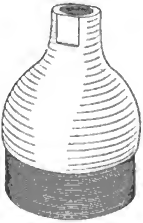


Abb. 109. Rohrheber.

Rohr geschobener Eisenklotz, der durch das Andrehen von Schraubenmuttern heruntergezogen wird und dadurch die Verrohrung herunterpreßt. Er kann als eine Umkehrung der in Abb. 111 auf S. 114 dargestellten Ziehvorrichtung angesehen werden.

Kann eine Verrohrung nicht tiefer gebracht werden, so muß eine zweite von entsprechend geringerem Durchmesser nachgeführt werden, der dann unter Umständen (Abb. 106) eine dritte, vierte usw. nachfolgen muß. Die hierdurch bewirkte Verengung des Bohrlochs sucht man in tiefen Bohrlöchern vielfach zunächst noch durch Tieferbringen des verklemmten Rohrsatzes nach Unterschneiden mit Hilfe eines Erweiterungsbohrers hinauszuschieben. Bei dem Erweiterungsbohrer nach Abb. 107 werden die Seitenschneiden k_1 k_2, die um Bolzen drehbar sind, während des Einlassens durch einen darübergelegten, quer zur Meißelschneide gespannten, dünnen Draht teilweise in die Aussparungen a_1 a_2 zurückgedrückt. Unterhalb der Verrohrung wird durch Aufschlagen des Meißels auf die Sohle der Draht

Digitized by Google

zerschnitten; durch die Schraubenfeder *f* werden dann mittels des kegeligen Druckstiftes *c* die Schneiden auseinandergetrieben. Die Wasserspülung verzweigt sich von q_2 aus auf beide Seiten und tritt dann durch q_1 und *m* aus.

Ein sehr einfaches Gezähe zum Unterschneiden von Verrohrungen ist der exzentrische Meißel (Abb. 108), der ohne weiteres durch die Verrohrung hindurchgeht, unterhalb derselben aber sich nach außen stellt. Derartige Meißel müssen sehr sorgfältig „ausgewogen" werden, damit ihre Schwerachse stets durch die Schneidenspitze und durch die Mittellinie des Schraubenkopfes geht und dadurch ein Schiefbohren vermieden wird.

Zum Einlassen der Verrohrungen wird die in Abb. 109 dargestellte Bohrrohr-Hebekappe, wegen ihrer flaschenförmigen Gestalt auch als „Rohrpulle" bezeichnet, viel benutzt. Sie erhält oben als Innengewinde dasjenige des Hohlgestänges und trägt mit dem Außengewinde das einzuhängende Rohr.

43. — Ausziehen der Rohre. Für das Ziehen von nicht mehr notwendigen Rohrsätzen, die schon längere Zeit im Bohrloch gesteckt und sich dort

Abb. 110. Fangbirne.

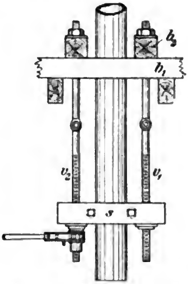


Abb. 111. Rohr-Ziehvorrichtung.

festgeklemmt haben, sind besondere Hilfsmittel erforderlich. Ein früher vielfach zum Ausziehen verwendetes Gezähestück ist die Fangbirne (Abb. 110), bestehend in einem birnenförmigen Holz- oder Eisenstück *b*, das ziemlich genau in den Rohrsatz paßt und an einem Vollgestänge *g* befestigt ist. Sie wird, an Ort und Stelle angekommen, durch Einwerfen von Sand oder feinem Kies zum Festklemmen gebracht und kann dann bei nicht zu großem Widerstande am Umfange der Verrohrung mit dieser zutage gehoben werden. Da aber eine einmal angeklemmte Birne meist nicht wieder gelöst werden kann, so verwendet man jetzt lieber andere Vorrichtungen. Bei diesen wird meist auf Röhrenbündel, die um die Rohre gelegt sind, eine kräftige Zug- oder Druckwirkung ausgeübt. Das kann geschehen durch einen Dampfkabel, dessen Seil an dem Röhrenbündel befestigt wird, oder durch einfache, untergesetzte Wagenwinden oder durch das Andrehen der Muttern von Zugschrauben (v_1 v_2, Abb. 111), die oberhalb des Bohrlochs an einer starken

Digitized by Google

Balkenlage b_1 b_2 verankert sind und unter das Röhrenbündel *s* fassen. Statt der Schrauben können auch hydraulische Pressen benutzt werden.

44. — Zerschneiden von Rohren. Ist trotz aller Bemühungen die Verrohrung nicht in Bewegung zu bringen, so bleibt, um wenigstens Teilstücke wieder zu erlangen, nichts anderes übrig, als sie zu zerschneiden. Das geschieht in der Regel durch Herstellung eines söhligen Schlitzes mit Hilfe verschieden gestalteter Röhrenschneider oder -sägen, von denen Abb. 112 eine Ausführung zeigt. In Ausschnitten des Rohres *a* bewegen sich die (3) Schneidbacken e_1—e_3, die durch die Stifte *f* geführt und während des Einlassens der Vorrichtung durch die Gummiringe *g* zurückgezogen werden. An Ort und Stelle angelangt, werden sie dadurch herausgeschoben und zum Einschneiden befähigt, daß der Kolben *c* von oben her Wasserdruck erhält und nun die kegelige Spitze der Stange *b* zwischen die Schneidbacken treibt. Nach Abstellung des Druckwassers zieht die Feder *d* die Stange *b* wieder zurück.

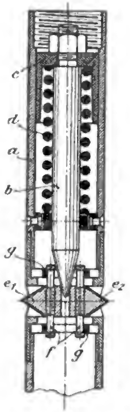


Abb. 112. Rohrsäge der Deutschen Tiefbohr-A.-G.

b) Überwachung des Bohrbetriebes. — Verwertung und Deutung von Bohrergebnissen. — Bohrkosten und -leistungen.

45. — Gesteinsproben. Die Feststellung der durchbohrten Schichten gestaltet sich am einfachsten bei Bohrungen, die wie die Schappen- und Diamantbohrung und einige Spülbohrverfahren mit umgekehrter Spülung (Ziff. 20) fortlaufend Kerne liefern. Auch die Spülbohrung ohne Kerngewinnung ermöglicht im laufenden Betriebe eine einigermaßen zutreffende Beurteilung der durchbohrten Schichten aus der Farbe und Beschaffenheit der Spültrübe, die man in einem besonderen Behälter sich absetzen läßt. Jedoch ist diese Beobachtung nicht scharf, da bei tieferen Bohrungen immer erst einige Zeit nach dem Anbohren einer neuen Schichtenfolge deren Schlamm zutage gefördert wird und der Übergang, namentlich bei steilem Einfallen, sich nur allmählich kennzeichnet, auch bei nicht starken Farbenunterschieden oder bei Vermischung mit Nachfall leicht übersehen werden kann. Will man genauer prüfen, so muß man die Bohrung für kurze Zeit einstellen und die Spülung so lange fortsetzen, bis klares Wasser austritt, um dann mit Spülung weiterzubohren. Bei Dickspülung wird die Feststellung durch die Farbe der Spültrübe erschwert.

Bei der Schmandförderung mit Löffeln wird sich der Übergang zu einer anderen Schichtenfolge nur im Groben feststellen lassen.

Die durch Kernbohrung, Spülung oder Löffeln gewonnenen Gesteinsproben werden zweckmäßig unter Angabe der jeweiligen Teufe (meist von Meter zu Meter) in besonderen Kästen mit Unterabteilungen aufbewahrt.

Digitized by Google

46. — **Stratameter.** Außer der Beurteilung der Beschaffenheit der durchbohrten Gebirgschichten ist für die Schürf- und Untersuchungsbohrungen auch die Feststellung ihrer Lagerungsverhältnisse von großer Bedeutung. Hierzu gibt die Kernbohrung uns ein wichtiges Mittel an die Hand. Wenn es nämlich gelingt, den Bohrkern über Tage in dieselbe Lage zu bringen, die er im Bohrloch eingenommen hat, so kann man das Streichen und Fallen der Gebirgschicht, die den Kern geliefert hat, von diesem unmittelbar abnehmen.

Abb. 113. Stratameter nach Meine.

Allerdings ist die Erfüllung dieser Bedingung wesentlich schwieriger, als es zunächst den Anschein hat. Da nämlich in einigermaßen tiefen Bohrlöchern das Bohrgestänge stets Schwingungen um seine Längsachse ausführt, die sich der Feststellung entziehen, so ist es selbst bei größter Vorsicht unmöglich, den Kern ohne jede Verdrehung zutage zu ziehen, wie das früher versucht wurde. Man griff deshalb den von dem Amerikaner Vivian ausgesprochenen Gedanken auf, eine mit dem Kern in feste Verbindung zu bringende Magnetnadel in der Stellung, die sie auf der Sohle des Bohrlochs eingenommen hat, zu sperren und dann mit dem Kern zutage zu bringen. Solche und ähnliche Vorrichtungen werden als „Stratameter" bezeichnet. Ein Beispiel eines einfachen Stratameters, nämlich der von Dr. Meine angegebene (D. R.-P. 154496), sei hier kurz beschrieben. Bei diesem (Abb. 113) ist auf das Kernrohr das Rohrstück *a* mit dem Kompaßgehäuse *c* geschraubt. Nachdem ein kurzer Kern erbohrt ist, hört man auf zu bohren, ohne jedoch die Spülung abzustellen, gibt der Magnetnadel Zeit, sich zu beruhigen, und wirft darauf eine Kugel *e* in das Hohlgestänge, die dem Spülwasser den Weg versperrt und infolgedessen durch den Wasserdruck gegen den Stift *d* gepreßt wird. Dieser ragt oben aus dem Kompaßgehäuse heraus und betätigt, durch die Kugel niedergedrückt, die Sperrvorrichtung für die Magnetnadel. Die Rohrstücke *a* und *b* bestehen wie stets in den Stratametern aus einem die Magnetnadel nicht beeinflussenden Metall (Rotguß, Deltametall u. dgl.).

Neuere genaue Untersuchungen haben jedoch ergeben, daß die Zuverlässigkeit aller mit Magnetnadeln arbeitenden Vorrichtungen nur sehr beschränkt ist. Es hat sich nämlich gezeigt, daß trotz der Vermeidung von Eisen in der Nachbarschaft des Kompasses die eisernen Verrohrungen der Bohrlöcher so stark auf die Magnetnadel einwirken, daß in allen verrohrten Bohrlöchern — und diese bilden die Regel — die Stratameter falsche Ergebnisse liefern.

Aber selbst wenn einwandfreie Stratametermessungen vorliegen, ist die richtige Beurteilung der Ergebnisse von Tiefbohrungen eine schwierige Aufgabe, bei der Irrtümer leicht möglich sind. So kann z. B. ein Bohrloch, das auf eine Störung oder auf einen durch eine diskordante Schichtenfolge bedeckten Luftsattel gestoßen ist, zu der Auffassung Veranlassung geben, daß keine nutzbaren Lagerstätten im Untergrunde vorhanden seien. Das

Digitized by Google

dreimalige Anbohren einer überkippt-gefalteten Lagerstätte kann zu dem Irrtum verleiten, daß man es mit drei Lagerstätten zu tun habe usw.

Vielfach gestattet daher erst eine größere Anzahl benachbarter Bohrlochaufschlüsse eine einigermaßen zutreffende Beurteilung der Lagerungsverhältnisse.

47. — **Abweichungen aus der Lotlage und ihre Bestimmung.** Das lotrechte Niederbringen der Bohrlöcher ist bei einigermaßen schwierigen Verhältnissen (Geröllschichten, steiles Einfallen bei wechselnd festen Schichten, klüftiges Gebirge) mit den heutigen Mitteln überhaupt nicht zu erreichen, auch nicht beim stoßenden Bohren, das in dieser Hinsicht bedeutend größere Sicherheit bietet als das Drehbohren. Daher weichen die meisten tieferen Bohrlöcher mindestens nach einer Richtung mehr oder weniger stark von der Senkrechten ab. In vielen Fällen sind aber auch Abweichungen mit wechselnder Richtung festgestellt worden; selbst korkzieherartig gewundene Bohrlöcher kommen häufig vor. Die Größe der Abweichungen kann sehr beträchtlich sein; durch neuere Messungen sind sogar Abweichungen im Verhältnis 1:10 festgestellt worden, was bei einem nur 100 m tiefen Bohrloch bereits eine Abweichung von 10 m bedeuten würde. Die Feststellung dieser Störungen ist von größter Bedeutung für das Schachtabteufen mit Hilfe des Gefrierverfahrens (s. Bd. II). Auch bei Stratametermessungen besteht das Bedürfnis, die etwaige Neigung des erbohrten Kernes gegen die Senkrechte nach Größe und Richtung festzustellen, da bei ihrer Vernachlässigung das Streichen und Einfallen falsch ermittelt wird.

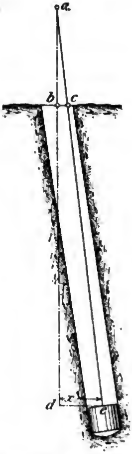


Abb. 114. Ermittelung der Schiefstellung von Bohrlöchern durch Lotung.

Es gibt zahlreiche Vorrichtungen, die eine Lösung dieser Aufgabe, die sich bei genauerer Prüfung als außerordentlich schwierig erweist, anstreben. Am einfachsten ist das durch Abb. 114 veranschaulichte Lotverfahren. Man hängt von einem genau zentrisch oberhalb des Bohrlochs liegenden Punkte a aus ein Lot an einem auf eine Trommel gewickelten dünnen Kupferdraht ein und mißt die Längen $a\,c$, $a\,e$ und $b\,c$, aus denen man die gesuchte Abweichung $d\,e = x$ leicht ermitteln kann.

Das Verfahren versagt aber bei Knicken im Bohrloch und ist mit verschiedenen Fehlerquellen behaftet, daher sehr unzuverlässig.

Es sind nun in den letzten Jahren eine große Anzahl der verschiedenartigsten Vorrichtungen zur Bestimmung der Lotabweichungen in tieferen Bohrlöchern vorgeschlagen worden, die alle auf dem Grundgedanken beruhen, ein in irgendeiner Weise betätigtes Meßgerät in das Bohrloch einzulassen und im Bohrloch in regelmäßigen Abständen zur Wirkung zu bringen. Man kann dazu z. B. eine mit einem Pendel versehene Büchse benutzen, in der das Pendel auf einer der Schieflage des Bohrlochs entsprechend schräg geneigten Fläche einen exzentrischen Eindruck hervorbringt, wenn es durch

Digitized by Google

eine äußere Kraft, z. B. den elektrischen Strom, ausgelöst wird. Jedoch stößt die Feststellung der Richtung der Neigung wegen der möglichen Verdrehung der Meßbüchse auf ihrem Wege von der Meßstelle bis zu Tage auf dieselben Schwierigkeiten, wie sie oben bei den Stratametern geschildert wurden. Einige Erfinder, z. B. Erlinghagen, haben sich bemüht, diese Fehlerquelle durch besonders gearbeitete, gegen Verdrehung möglichst gesicherte Gestänge zu beseitigen[1]). Andere haben vorgeschlagen, die Verdrehung zuzulassen, ihren Betrag und ihre Richtung aber durch Festlegung der Verdrehung mittels besonderer Messung zu ermitteln. Die für den letzteren Zweck zunächst verwandten Magnete sind bald als unbrauchbar erkannt worden, da auf die Magnetnadel nicht nur die Eisenmassen des Bohrlochs selbst, sondern auch die der Nachbarbohrlöcher, die beim Gefrierverfahren stets vorhanden sind, in der mannigfachsten Weise einwirken. In den letzten Jahren hat die Lotgesellschaft m. b. H. in Neumühlen bei Kiel gute Ergebnisse mit dem Bohrloch-Neigungsmesser von Dr. Anschütz (D. R.-P. 259427) erzielt, der namentlich für Gefrierbohrlöcher mannigfache Verwendung gefunden hat[2]). Er beruht auf der Verbindung eines Kreiselkompasses mit einem Lot: die Abweichungen von der Lotlinie werden durch den Kompaß der Richtung nach, durch das Lot der Größe nach festgelegt und vermittelst elektrischer Übertragung unmittelbar überTage aufgezeichnet. Solche Beobachtungen können im Bohrloch an beliebig vielen Stellen erfolgen.

48. — **Leistungen und Kosten.** Die Bohrleistungen je Tag oder Stunde sind außer von der Härte des Gesteins auch besonders von den oben erwähnten Zeitverlusten abhängig. Überdies macht sich bei den stoßenden Bohrverfahren auch der Einfluß der Teufe bedeutend stärker bemerklich als bei den drehenden, weil die Schlagzahl sinkt, wogegen bei der Drehbohrung der an sich schon geringere Einfluß der Teufe durch die mit der Teufe abnehmenden Durchmesser ziemlich ausgeglichen wird. Man rechnet im allgemeinen für die Schnellschlagbohrung 10—15 m durchschnittliche Tagesleistung bei Teufen von 500—700 m und 15—20 m bei Teufen von 300—500 m, mittelfestes Gebirge vorausgesetzt. Für die Diamantbohrung belaufen sich die durchschnittlichen Tagesleistungen, da das Kernziehen viel Zeit erfordert, auf etwa 3—8 m. Die besten Stundenleistungen können für die Schnellschlagbohrung mit 7—10 m, für die Diamantbohrung mit 3—4 m angenommen werden.

Die Bohrkosten belaufen sich bei Teufen von 500—1000 m auf etwa 50—80 ℳ, bei Teufen über 1000 m auf 80—130 ℳ je lfd. m. Bei der Diamantbohrung machen die Kosten für Diamanten etwa $^1/_3$ der Gesamtkosten aus[3]).

Der Kraftbedarf beträgt bei der Stoßbohrung in geringen Tiefen (200—300 m) 5—10 PS, in großen Tiefen (1000—1500 m) 30—40 PS. Bei der Diamantbohrung rechnet man für Bohrlöcher von 200—300 m 6—12 PS, für solche von 1000—1500 m 25—30 PS.

[1]) Glückauf 1907, Nr. 24, S. 733 u. f.; Erlinghagen: Die Feststellung des Fallens und Streichens von Tiefbohrlöchern durch Messung.

[2]) Vgl. Glückauf 1914, Nr. 27, S. 1074 u. f.; Haußmann: Der Bohrloch-Neigungsmesser von Anschütz.

[3]) S. das auf S. 81 in Anm. [3]) angeführte Buch von Bansen: Tiefbohrwesen, S. 281.

Digitized by Google

III. Die Söhlig- und Schrägbohrung.

49. — **Bedeutung der Bohrung in söhliger und schräger Richtung.** Neuerdings ist durch die Anpassung der Tiefbohrung an das Bohren in söhliger und schräger Richtung das Gebiet der Schürfarbeiten mit Hilfe von Bohrlöchern wesentlich erweitert worden. Während es sich bei der Tiefbohrung fast ausschließlich um Bohrungen handelt, die von der Tagesoberfläche ausgehen, ist nunmehr der Schürfbohrung auch in der Grube ein weites Feld eröffnet, wenngleich in bergigem Gelände ihre Anwendung auch von der Erdoberfläche aus möglich ist.

Die Schürfbohrung verbilligt die Untersuchungsarbeiten bedeutend. Während ein einspuriger Untersuchungsquerschlag 50—100 ℳ je lfd. m kostet und außerdem nicht unerhebliche Ausgaben für die Unterhaltung einer Schienenbahn, für die Wegförderung der gewonnenen Massen, für die Bewetterung usw. erfordert, kann ein Meter Bohrloch für etwa 8—20 ℳ hergestellt werden. Dabei ist der Fortschritt der Bohrung erheblich größer als derjenige eines Querschlagbetriebes. Daher empfiehlt die Bohrung sich besonders für solche Gruben, in denen man wegen der Unsicherheit des Erfolges vor den hohen Kosten von Schürfquerschlägen zurückschreckt, insbesondere für Erz- und Kalisalzbergwerke. Am günstigsten liegen die Bedingungen für die Bohrarbeit beim Kalisalzbergbau, wogegen auf Erzgruben die harte und wechselnde Beschaffenheit des Gesteins und seine Klüftigkeit der Bohrung manche Hindernisse entgegenstellen.

50. — **Gemeinsame Grundzüge solcher Bohreinrichtungen.** Da für derartige Schürfbohrungen die Kerngewinnung unerläßlich ist, so beschränkt ihre Ausführung sich auf die Diamantbohrung, abgesehen von der Möglichkeit. in geeigneten Gebirgschichten vorübergehend auch mit Stahlkronen (vgl. Ziff. 35) bohren zu können, um an Diamanten zu sparen. Die Gestängelast ist von geringer Bedeutung, weshalb hier ein einfaches Bock- oder Rahmengestell für die Verlagerung der ganzen Bohreinrichtung genügt, wie das ja auch schon wegen der beschränkten Raumverhältnisse notwendig ist. In söhliger Richtung ist allerdings nach Möglichkeit für einen gewissen Raum zum Gestängefördern Sorge zu tragen, damit man nicht zur Verwendung sehr kleiner Gestängestücke und demgemäß zur häufigen Unterbrechung der Bohrarbeit gezwungen ist. Doch muß man sich im allgemeinen mit geringeren Gestängelängen notgedrungen begnügen, zumal auch die Handhabung längerer und schwererer Gestängestücke hier Schwierigkeiten macht. Es herrschen demnach Stücklängen von $1^1/_2$—3 m (gegenüber etwa 5 m bei der Tiefbohrung) vor.

Eine Verrohrung würde sich wegen der räumlichen Beengung der Arbeit und wegen des bogenförmigen Verlaufs der Bohrlöcher (vgl. Ziff. 53) schwierig einbringen lassen. Sie erübrigt sich aber auch, weil einmal die Bohrlöcher in der Regel geringere Längen erhalten und nicht lange offen zu bleiben brauchen, ferner die Spülung den Bohrschmand nicht senkrecht hochzubringen und nicht den ganzen Querschnitt zwischen Gestänge und Bohrlochwandung zu erfüllen braucht und daher schwächer sein kann und endlich auch die rückkehrende Spülflüssigkeit nicht den oberen, sondern nur den

Digitized by Google

unteren Teil des Bohrlochquerschnitts angreift, Nachfall also wenig zu befürchten ist.

Um in beliebigen Richtungen bohren zu können, wird der Antrieb am besten in einem Rahmen verlagert, der unter jedem beliebigen Winkel festgespannt werden kann und als Führung für das Gestänge dient. Dieser Rahmen wird außerdem zweckmäßig so eingerichtet, daß er zur Seite geklappt werden kann, um das Ein- und Ausfördern des Gestänges oder Fangarbeiten u. dgl. zu ermöglichen.

Die Gestängelast wirkt hier nur bei schräg abwärts gerichteten Bohrungen, und auch bei diesen nur teilweise, auf die Bohrkrone. Es muß daher unbedingt für eine Vorrichtung gesorgt werden, die mit regelbarem Drucke das Anpressen des Gestänges und dessen Nachschieben gemäß dem Fortschreiten der Bohrarbeit ermöglicht. Bei abwärts gerichteten Bohrungen von größerer Tiefe muß diese Vorrichtung auch, ähnlich wie bei der Tiefbohrung, eine teilweise Entlastung der Bohrkrone vom Gestängedruck gestatten.

Die Bohrvorrichtungen können ohne weiteres auch für den Fall der senkrecht nach unten gerichteten Tiefbohrung Verwendung finden, da das Bohrgestell stark genug dazu ist und der Rahmen jede beliebige Neigung des Bohrlochs gestattet (vgl. Abb. 115). Jedoch beschränkt sich die Bohrung dann naturgemäß auf geringere Teufen. Immerhin sind Teufen bis zu 900 m mit deutschen Einrichtungen erreicht worden, während amerikanische noch darüber hinausgegangen sind.

In Deutschland werden solche Bohrvorrichtungen außer von den in Ziff. 51 und 52 genannten Firmen auch von der Internationalen Bohrgesellschaft, von der Kontinentalen Bohrgesellschaft, von Feodor Siegel in Schönebeck u. a. gebaut.

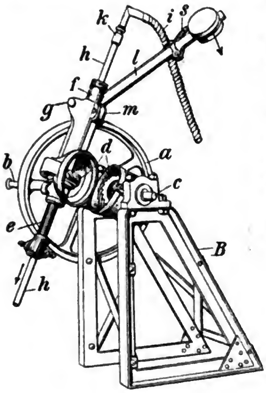
51. — **Bohreinrichtung von Lange, Lorcke & Co. in Mügeln i/Sa.** Die Firma hat sich schon seit längeren Jahren mit der Ausführung von Bohreinrichtungen für Söhlig- und Schrägbohrungen beschäftigt und dabei das System des Schweden Craelius weiter ausgebildet.

Die Bauart dieser Bohreinrichtung ergibt sich aus Abb. 115, die eine Bohrmaschine für Handbetrieb darstellt. Soll mit mechanischem Antrieb gearbeitet werden, so braucht nur die Kurbel *b* aus der Kurbelscheibe *a* herausgenommen und auf die letztere ein Treibriemen aufgelegt zu werden. Der das Arbeitsrohr *e* und Gestänge *h* tragende Rahmen ist hier auf einem einfachen Bockgerüst *B* verlagert, und zwar ist er um eine söhlige Achse *c* drehbar, so daß jede beliebige Bohrlochneigung eingestellt werden kann. Die Freigabe des Bohrlochs geschieht einfach durch Zurückklappen der oberen Hälfte des Rahmens, wie es die Abbildung veranschaulicht, die auch die Gelenkverbindung beider Rahmenhälften erkennen läßt.

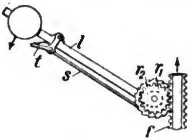
Der Antrieb des Arbeitsrohres erfolgt durch die Schraubenräder *d*. Der Vorschub wird durch ein Zahnrad vermittelt (r_1 in Abb. 115 *b*), das auf der Achse *g* sitzt und in die Verzahnung *f* eingreift. Dieses Zahnrad ist durch den Handhebel *l* mit dem auf ihm verschiebbaren Gewicht belastet, sucht also auch die Verzahnung und damit das Gestänge herunterzudrücken. Damit der Hebel *l* immer wieder in die söhlige Lage zurückgebracht werden kann, ohne daß das Gestänge dadurch beeinflußt wird, ist er mit dem

Digitized by Google

Zahnrad nicht fest, sondern durch ein Sperrad (r_2 in Abb. 115 *b*) verbunden, in dessen Zähne die federnde Klinke *t s* eingreift. Sobald diese durch Andrücken ihres Griffes mit der Hand ausgeschaltet wird, gestattet sie die beliebige Drehung des Hebels. Dieser kann daher also auch um 180° gedreht und gemäß Abb. 115 *b* auf die andere Seite umgelegt werden, was bei abwärts gerichteten tieferen Bohrlöchern geschehen muß, um das Gestänge durch Druck nach oben teilweise zu entlasten. Ein Zurückprallen des Gestänges wird durch die in eine zweite Zahnleiste einschnappende Federklinke *m* verhütet. Die Regelung des Druckes auf die Bohrkrone erfolgt einfach durch Verschiebung des Gewichts auf dem Hebel *l*. Das Spülwasser tritt durch den Schlauch *i* ein. Da die Zahnstange *f* und der Hebel *l* um ihre Achsen beliebig drehbar sind, so kann die geschilderte Regelung des Vorschubs auch bei söhligen und ansteigenden Bohrlöchern durchgeführt werden.



a



b

Abb. 115 *a* und *b*. Schürfbohrvorrichtung von Lange, Lorcke & Co.

52. — Bohrvorrichtung der Peiner Maschinenbaugesellschaft. Bei der durch Abb. 116—118 veranschaulichten Bohreinrichtung der Peiner Maschinenbaugesellschaft in Peine erfolgt der Antrieb von der Riemenscheibe *a* aus durch Vermittelung der Kegelräder z_3 und z_4. Diese drehen in der bekannten Weise mittels Nut- und Federverbindung das Arbeitsrohr *b* und das durch dieses hindurchgehende und mit ihm unten gekuppelte Hohlgestänge *c*. Das Arbeitsrohr wird mit Hilfe der Muffen d_1 und d_2 von dem Rahmen *R* getragen. Dieser kann

1. um die Achsen e_1 e_2 in der Seigerebene geschwenkt werden, um das Bohren unter jedem beliebigen Winkel zu ermöglichen,
2. nach Umklappen der mit ihrem unteren Ende auf einem Drehbolzen ruhenden Lasche f_1 in der söhligen Ebene geschwenkt werden, und zwar um die Zapfen g_1 und g_2; dadurch kann das Bohrloch für die Gestängeförderung usw. freigegeben werden.

Der Vorschub des Gestänges wird durch das Gewicht *k* ermöglicht, das auf die Laschenkette l_1 wirkt, die ihrerseits an einer am Kopfe des

Digitized by Google

Arbeitsrohres angeklemmten Büchse m (s. Abb. 116 mit Nebenzeichnung) mittels eines seitlichen Vorsprungs dieser Büchse angreift. Das Schema der Vorschubeinrichtung zeigt Abb. 117. Das Gewicht k wirkt auf den Hebel p, der seinerseits an einem Gehäuse angreift, das die Schnecke h_1 trägt und durch diese auf das Schneckenrad h_2 in dem Sinne einwirkt, daß die mit dem letzteren auf einer Achse sitzende Kettenscheibe die Kette in der Pfeilrichtung bewegt, das Arbeitsrohr also belastet (Abb. 117 *a*) oder (infolge Herumwerfens

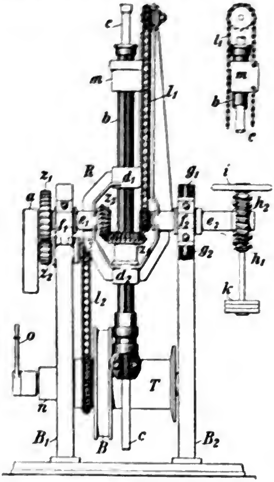


Abb. 116. Schürfbohrvorrichtung der Peiner Maschinenbaugesellschaft.

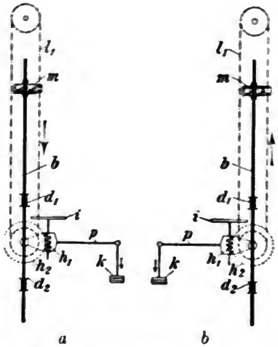


Abb. 117 *a* und *b*. Schema der Vorschubeinrichtung für die Schürfbohrmaschinen der Peiner Maschinenbaugesellschaft.
a Zusatzbelastung des Gestänges.
b Entlastung des Gestänges.

des Hebels p nebst Schnecke h_1 und deren Gehäuse um 180°, Abb. 117*b*) entlastet. Mit dem Sinken von Arbeitsrohr und Gestänge stellt der Hebel p sich hinten schräg, wird aber vom Bedienungsmann durch Drehung der Schnecke h_1 mittels der Kurbel oder des Handrades i immer wieder in die söhlige Lage zurückgedreht.

Im Falle der Abb. 117*b* muß das Kugellager m umgedreht werden, da es jetzt einen nach unten gerichteten Druck abzufangen hat. Die Regelung des Druckes auf das Gestänge erfolgt durch Änderung des Gewichts k.

Soll Gestänge gefördert werden, so wird nach Einrückung der Reibungskuppelung n (Abb. 116) mit dem Handhebel o die Trommel T mit der Bremsscheibe B bewegt, und zwar durch Vermittelung des Stirnradgetriebes z_1 z_2 und der Laschenkette l_2. Soll das Gestänge herausgezogen

Digitized by Google

werden, so wird nach Abb. 118 das Seil von der Trommel über die Rolle r_1 zur Klemmkuppelung *k* geführt; soll dagegen das Gestänge in das Bohrloch eingeführt werden, so dient (s. die gestrichelte Verbindung) die Rolle r_2 als Umkehrrolle. Die ausgeschwenkte Maschine ist in der Abbildung gestrichelt angedeutet. Das Rohr *r* ist fest in das Gebirge eingetrieben und dient als Führung und (mit der Rohrschelle *b*) als Widerlager.

53. — **Die Ablenkung söhliger und schräger Bohrungen.** Während bei der senkrecht nach unten gerichteten Tiefbohrung genau geradlinige Bohrlöcher zwar selten, aber doch möglich sind, erscheinen solche bei den Söhlig- und Schrägbohrungen als ausgeschlossen, da eine gewisse

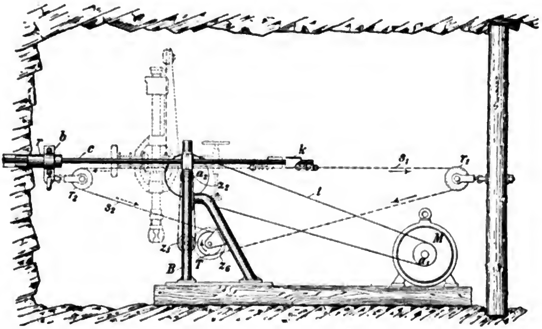


Abb. 118.
Gestängeförderung bei der Schürfbohrmaschine der Peiner Maschinenbaugesellschaft.

Durchbiegung des Bohrgestänges nicht zu vermeiden ist. Diese verschärft sich außerdem noch dadurch, daß die Bohrkrone in ihrem unteren Teile mit stärkerem Drucke auf dem Gebirge liegt und daher nach unten mehr arbeitet als nach oben, zumal auch die Spülung unten kräftiger als oben wirkt. Besonders bei söhligen und schräg aufwärts angesetzten Bohrlöchern macht ein solcher bogenförmiger Verlauf der Bohrung sich bemerkbar, so daß in ihnen Senkungen der Bohrkrone um 40 m und mehr bei 500 m langen Bohrlöchern nicht selten sind. Dazu kommt nun noch die Wirkung von flach geneigten härteren Gebirgschichten (z. B. von Anhydrit im Salzbergbau) oder von flachen Klüften mit harter Ausfüllungsmasse, da an solchen Widerständen die Bohrkrone entlangzugleiten strebt. Es können auf diese Weise auch unvorhergesehene Knicke im Bohrloch auftreten.

Die Feststellung dieser Richtungsänderungen ist für die Beurteilung der Bohrergebnisse wichtig. Sie stößt aber auf erhebliche Schwierigkeiten, weshalb man sich früher mit Erfahrungszahlen begnügte. Neuerdings erfolgt sie nach dem Patent der Gewerkschaft Burbach bei Helmstedt durch

Digitized by Google

Messung des hydraulischen Druckes, der die verschiedenen Höhenlagen der einzelnen Bohrlochspunkte wiederspiegelt[1]).

54. — **Leistungen und Kosten der Söhlig- und Schrägbohrung.** Die Leistungen und Kosten hängen von der Gebirgsbeschaffenheit und von dem Durchmesser und der Tiefe der Bohrlöcher ab. Man kann für mittlere Durchmesser und Tiefen (120—180 m) in der achtstündigen Schicht einen Bohrfortschritt von 1,5—2 m in besonders hartem Gestein (Quarzit, Konglomerat), 2—4 m in milderen Gebirgsarten (mittelfester Sandstein, Anhydrit) und 6—8 m in mildem Gebirge (Stein- und Kalisalz) rechnen. Der Kraftbedarf ist dabei mäßig und beläuft sich auf etwa 6—10 PS. Die Kosten sind auf etwa 8—20 ℳ je lfd. m zu veranschlagen. Bezüglich der Bohrlochdurchmesser sei als Beispiel angeführt, daß die Firma Lange, Lorcke & Co. Kronen von 86 mm Außendurchmesser bis herab zu einem solchen von 36 mm verwendet.

Tiefen von 500—600 m sind bei söhlig gerichteten Bohrlöchern häufig erzielt worden; vereinzelt hat man sogar bis auf mehr als 1000 m Länge gebohrt.

Anhang.

Die Herstellung von Bohrlöchern zur Wasser- und Wetterlösung.

55. — **Vorbemerkung.** Wie im 4. Abschnitt näher ausgeführt werden wird, muß man beim Auffahren von Strecken oder Querschlägen, die auf unterirdische Ansammlungen von Wassern und schädlichen Gasen stoßen könnten, Bohrlöcher von einer gewissen Länge in verschiedenen Richtunger der Auffahrung voraufgehen lassen, um gegen Überraschungen gesichert zu sein. Die gleiche Vorsichtsmaßregel pflegt in solchen Kohlenflözen angewandt zu werden, in denen plötzliche Grubengasausbrüche zu befürchten sind.

Ferner ist es in Überhauen, die im Flöze hergestellt werden, und in seigeren Aufbrüchen, die eine Sohle oder Zwischensohle mit der nächst höheren verbinden sollen, häufig erwünscht, vorher nach oben hin durchzubohren, um eine vorläufige Wetterverbindung zu schaffen. Dieses Vorbohren muß, um dem Zwecke der Wetterlösung gerecht zu werden, mit verhältnismäßig großem Durchmesser erfolgen. Die erforderlichen Lochweiten liegen zwischen 20 und 30 cm. Die Länge dieser Bohrlöcher ist naturgemäß erheblich größer als die der im vorigen Absatz erwähnten Vorbohrlöcher, für die 3—6 m genügen.

56. — **Bohreinrichtungen zum Vorbohren.** Die zum Vorbohren gegen Wasser- und Wetteransammlungen dienenden Bohreinrichtungen müssen, da beim Anbohren solcher Ansammlungen vielfach mit einem starken Gegen-

[1]) Kali 1913, Nr. 2, S. 32; Thiele: Verfahren zur Ermittelung der Abweichung von Horizontalbohrungen in der Vertikalebene.

Digitized by Google

druck zu rechnen ist, gegen das gewaltsame Hervorbrechen des Wassers oder der Gase und gegen das Herausschleudern des Bohrers beim Anbohren der Hohlräume gesichert werden. Das geschieht dadurch, daß man das Bohrloch mit einem Rohre auskleidet und den Bohrer mittels einer Stopfbüchse durch dieses hindurchführt. Als Beispiel stellt Abb. 119 eine Bohreinrichtung dar, die auf der Zeche Viktor bei Rauxel i. W. benutzt wurde, um einen ersoffenen, im Abteufen begriffenen Schacht durch ein von einem Unterfahrungsquerschlage aus mit etwa 40° Ansteigen hergestelltes Bohrloch von 100 mm lichter Weite und 10,5 m Länge abzuzapfen und dadurch das Weiterabteufen von Hand auf der Sohle zu ermöglichen[1]). Für die Unterfahrungstelle wurde ein dickbänkiges Sandsteinmittel ausgewählt. Das erforderliche Widerlager wurde mit Keilwirkung durch einen umgekehrten Konus *b* aus Stampfbeton gebildet, für den ein entsprechender Hohlraum im Gebirge hergestellt war und in den ein vorn sich erweiterndes, starkwandiges Eisenrohr *k* eingestampft wurde. Die an dieses Rohr außerhalb des Gebirges sich anschließende Rohrleitung war mit einem Absperrschieber *s*, einem Ablaßhahn *h* (während des Bohrens für den Abfluß des Spülwassers dienend) und einer Stopfbüchse ausgerüstet. Die letztere wurde durch einen inwendig mit Druck wasser zu füllenden Kautschukschlauch *p* gedichtet, der sich

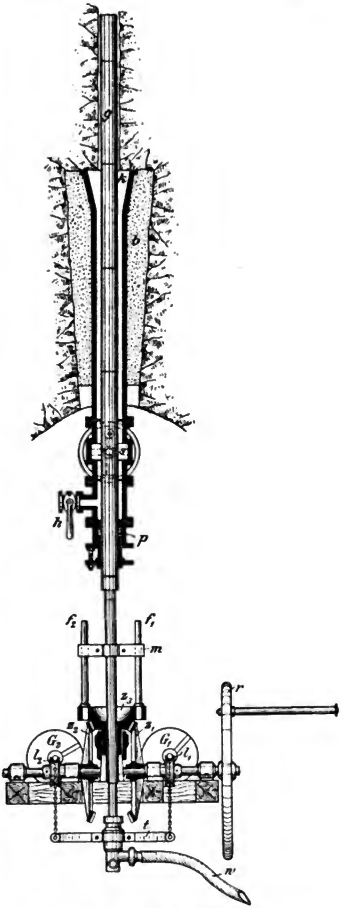


Abb. 119. Anbohren eines ersoffenen Schachtes.

1) Glückauf 1899, Nr. 3, S. 41 u. f.; Das Abteufen des Schachtes II der Zeche Viktor bei Rauxel.

als Packung der Stopfbüchse fest gegen das Bohrgestänge legte und so dessen Herausschleudern beim Durchschlag verhütete. Die Stopfbüchse wurde durch ihre feste Verbindung mit dem Rohr *k* gehalten; damit wurde der Wasserdruck durch den Betonkeil auf das Gebirge übertragen.

Die Bohrvorrichtung, eine Diamant-Drehbohreinrichtung von Feodor Siegel in Schönebeck, wurde anfangs von Hand durch das Kurbelrad *r* und das Kegelradgetriebe $z_1\ z_3$, später zur Beschleunigung der Arbeit durch einen links angebauten Preßluftmotor (hier nicht gezeichnet) und das Getriebe $z_2\ z_3$ betätigt. Der erforderliche Druck der Bohrkrone gegen die Bohrlochsohle wurde durch die Gewichte $G_1\ G_2$ (in der Zeichnung von oben gesehen) erzeugt, die durch Vermittelung der über die losen Rollen $l_1\ l_2$ laufenden Ketten ihre Zugkraft auf das mit dem Drehkopf verbundene Querstück *t* übertrugen. *w* ist der Spülschlauch.

Wegen der außen glatten Rohrverbindungen bot der Durchgang des Bohrgestänges durch die Stopfbüchse keine Schwierigkeiten.

Bei dem gewöhnlichen Vorbohren, bei dem im Dauerbetriebe und immer wieder von neuem gebohrt wird, sind die Einrichtungen einfacher, die Vorsichtsmaßregeln aber dem Sinne nach die gleichen[1]).

57. — **Wetterbohrlöcher. Allgemeines.** Eine vorläufige Wetterverbindung kann entweder in der Flözebene selbst hergestellt werden, wobei dann das Loch dem Fallen des Flözes folgt, oder aber es wird ein senkrechtes, die Schichten durchbrechendes Loch gestoßen. Im ersten Falle, also zur Herstellung der eigentlichen Überhaubohrlöcher, pflegt man das drehende Bohren von unten nach oben anzuwenden. Im zweiten Falle kann man sowohl von unten nach oben als auch von oben nach unten bohren, wobei man für die Bohrarbeit nach oben das stoßende oder schlagende Bohren, für die Bohrarbeit nach unten das stoßende Bohren vorzuziehen pflegt.

Löcher bis zu 30—40 m Länge wird man in der Regel von unten nach oben herstellen, weil hierbei die Entfernung des Bohrmehls sich einfach gestaltet und die Bohrarbeit billig ist. Bei längeren, von unten nach oben getriebenen Löchern wächst schnell die Gefahr des Verlaufens, d. h. einer seitlichen Ablenkung aus der beabsichtigten Bohrlochsrichtung. Diese Gefahr wird noch größer, wenn das Bohrloch Schichten verschiedener Härte unter einem spitzen Winkel durchbrechen muß, z. B. also bei senkrecht nach oben gerichteten Bohrlöchern, steilem Einfallen der Schichten und verschieden harten Schichten. Auch das Durchbohren von Störungen gefährdet den Bohrerfolg. Es ist vorgekommen, daß das Bohrloch in solchen Fällen bis zu 20% der Höhe aus seiner Richtung abgewichen ist, wenn es überhaupt die vorgesehene Länge erreichte und die Bohrvorrichtung nicht vorher im Loche sich festklemmte. Für solche Fälle ist die Bohrarbeit von oben nach unten vorzuziehen, da die so hergestellten Löcher weniger leicht verlaufen. Zur Entfernung des Bohrmehls muß man dann Wasserspülung anwenden.

58. — **Drehend arbeitende Überhaubohrmaschinen.** Die drehend wirkenden Überhaubohrmaschinen sind in ihrer Anwendung und Wirkung den Handbohrmaschinen (s. 3. Abschn., Ziff. 53 u. f.) ähnlich, nur sind die

[1]) Näheres s. in dem auf S. 81 in Anm. [3]) angeführten Buche von Bansen, S. 455 u. f.; — ferner Glückauf 1909, Nr. 18, S. 617 u. f.; Stegemann: Das Vorbohren als Sicherungsmittel gegen Wasser- und Gasdurchbrüche.

Digitized by Google

Abmessungen für Bohrer und Gestänge, entsprechend den größeren Lochweiten, stärker. Eine der wohl am meisten gebrauchten Überhaubohrmaschinen, wie sie z. B. von der Maschinenfabrik H. Korfmann in Witten geliefert wird, zeigt Abb. 120. Das oben das Bohrwerkzeug tragende Gestänge *a* wird gegen die Bohrlochsohle gedrückt und durch Handhebel *b* gedreht. Der Vorschub des Gestänges und die Druckregelung während der Bohrarbeit geschieht nicht durch eine Schraubenspindel, die leicht dem Verschmutzen und dem Verschleiße ausgesetzt ist, sondern durch Hochwinden einer in Schlitzen des Rohres *c* geführten Rolle *d* mittels Kette *f*, Windwerk *g* und Ratsche *h*. Die Rolle *d* trägt das Rohr *i* (vgl. Nebenzeichnung), in dem auf einer starken Spiralfeder das Lagerstück *k* ruht, das seinerseits das Widerlager für den Gestängefuß bildet. Dieser ist leicht drehbar auf *k* angeordnet. Das Gestänge besteht aus Rohren, und zwar aus ½ m langen Stücken; 1 m wiegt etwa 5,5 kg.

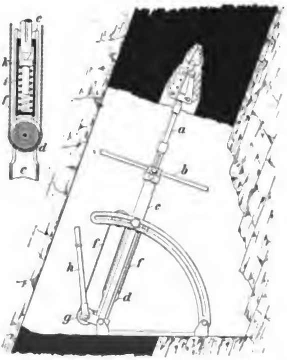


Abb. 120.
Drehend arbeitende Überhaubohrmaschine.

Man kann mit solchen Maschinen je nach der Härte der Kohle und der Weite des Loches Leistungen bis zu mehreren Metern stündlich erzielen. Die Handhabung ist einfach und die Vorrichtung selbst wenig empfindlich. Die Umdrehung kann statt von Hand auch mit Maschinenkraft erfolgen.

59. — Stoßend arbeitende Aufbruchbohreinrichtungen. Als Beispiel einer Stoßbohreinrichtung zur Herstellung von senkrecht nach oben gerichteten Bohrlöchern sei eine einfache Hebelbohrvorrichtung erwähnt, die des öfteren in Oberschlesien Anwendung gefunden hat (Abb. 121). Ein zweiarmiger, in einer zweiteiligen Spannsäule *a* verlagerter Hebel *b* trägt auf seinem einen Ende in einer Pfanne *c* den Fuß des Bohrgestänges *d*. Der andere Hebelarm ist mit einem Gegengewichte *c* derart belastet, daß das Bohrgestänge mit dem Meißel gegen die Bohrlochsohle gedrückt wird. An dem freien Ende greifen zwei oder mehrere Arbeiter an, die den Hebelarm 20 bis 30 cm anheben, um ihn dann unter der Mitwirkung des Belastungsgewichtes plötzlich stoßweise fallen zu lassen oder, noch besser, niederzudrücken. Das regelmäßige Umsetzen erfolgt mittels Handhebels *f*. Die Einrichtung gestattet verschiedene Ausführungsmöglichkeiten, z. B. kann der Hebel durch Rollen und Seile ersetzt werden[1]). Die Vorrichtung hat den Vorteil, daß sie mit sehr einfachen Hilfsmitteln arbeitet. Für Bohrhöhen von 20—30 m hat sie sich bei nicht allzu großer Gesteinshärte gut bewährt. In mittel-

[1]) S. das auf S. 81 in Anm. [3]) angeführte Buch von Bansen, S. 457, Abb. 653.

Digitized by Google

festem Sandstein lassen sich Leistungen von 1—3 m in der achtstündigen Schicht erzielen.

60. — **Schlagend wirkende Aufbruchbohrmaschinen.** Diese Maschinenart ist erst in den letzten Jahren, begünstigt durch die mit Bohrhämmern erzielten guten Leistungen (s. Ziff. 90 u. f., 3. Abschnitt), in Aufnahme gekommen. Die beiden zur Zeit in Anwendung stehenden Ausführungsformen sind durch die Abbildungen 122 und 123 dargestellt. Bei beiden findet sich das Gemeinsame, daß der 250—300 mm breite Bohrmeißel *a* an seiner Arbeitsfläche einen größeren Durchmesser als der Zylinder *b* des Bohrhammers hat, so daß dieser dem Tieferwerden des Loches ununterbrochen folgen kann[1]). Der Bohrhammer wird von einem Hohlgestänge *c* getragen, das gleichzeitig zum Zuführen der Preßluft benutzt wird. Bei beiden Ausführungen finden sich ferner zwei Spannsäulen d_1 und d_2, die durch einen

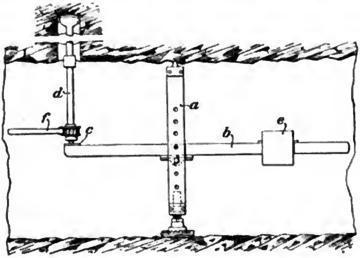


Abb. 121. Stoßbohrvorrichtung zur Herstellung von Aufbruchbohrlöchern.

festen Querarm (Abb. 122) oder, wie nach Abb. 123, durch zwei derartige Arme *e* miteinander verbunden sind.

Die Einrichtung des Vorschubes ist bei beiden Ausführungen verschieden. Nach Abb. 123 geschieht der Vorschub mittels einer die untere Verlängerung des Gestänges bildenden Schraubenspindel *f* durch Drehung der mit Handhebeln *g* versehenen Schraubenmutter *h*, die unter Zwischenschaltung eines Kugellagers auf dem Mittelteil *i* des Querarms *e* verlagert ist. Bei der in Abb. 122 dargestellten Vorrichtung erfolgt der Vorschub selbsttätig. Die als Kolbenstangen ausgebildeten Spannsäulen d_1 und d_2 tragen zu diesem Zwecke etwa in halber Höhe je einen festsitzenden Kolben *f*. Um die Kolben schließen sich verschiebbare Zylinder *l l* und bilden mit den zwei Querstücken h_1 h_2 einen Rahmen, der an ihnen durch Preßluft auf und ab bewegt werden kann und dessen unteres Querstück h_2 das Bohrgestänge *c* trägt. Um bei etwaigem Festsitzen des Bohrmeißels auch unabhängig von seiner Drallbewegung das ganze Gestänge drehen zu können, ist ein Handhebel *g* vorgesehen. Die Vorschubvorrichtung wird auch zum Heben und Senken des

[1]) Bergbau 1911, Nr. 28/29, S. 434 und 435; Aufbruchbohrmaschinen; — ferner Glückauf 1913, Nr. 32/33, S. 1252 und 1290; Dobbelstein: Der gegenwärtige Stand der Hochbohrtechnik.

Digitized by Google

Gestänges bei der Verlängerung benutzt. Die Luftzuführung k_1 zu den Vorschubzylindern erfolgt getrennt von der für den Arbeitszylinder bestimmten k_2 durch ein selbsttätiges Druckverminderungsventil, mittels dessen der erforderliche Druck der Bohrkrone auf die Arbeitsfläche nach Bedarf eingestellt werden kann.

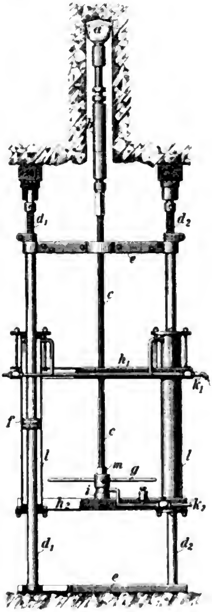


Abb. 122. Schlagend arbeitende Aufbruchbohrmaschine der Fabrik für Bergwerksbedarfsartikel in Sprockhövel.

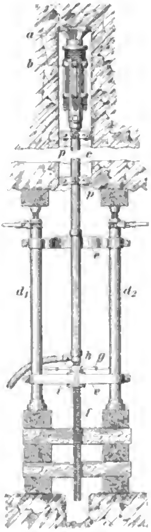


Abb. 123. Schlagend arbeitende Aufbruchbohrmaschine der Aufbruchbohrgesellschaft m. b. H. in Bochum.

Die beiden genannten Vorrichtungen gestatten einen Hub von 1¼ m, so daß die einzelnen Gestängestücke eine entsprechende Länge haben. Für die Verlängerung wird das Gestänge auf dem oberen Querarm *e* abgefangen. An dem Gestänge können in Abständen von 3—4 m Führungen *p* (s. Abb. 123) angebracht werden.

Es kommt zur Vermeidung der obenerwähnten Ablenkungen vor allem darauf an, daß die Spannsäulen vor Beginn der Arbeit genau lotrecht aufgestellt werden und daß das Loch schon in seinem Anfang möglichst ohne

Digitized by Google

jede Abweichung von der Senkrechten verläuft. Ferner ist bei jedem Gesteinswechsel vorsichtig und langsam weiterzubohren, damit der Meißel Zeit findet, das Loch gehörig auszuarbeiten.

Die Leistungen mit solchen Vorrichtungen betragen, wenn keine Störungen auftreten, in der achtstündigen Schicht im Tonschiefer etwa 1,75 m, im Sandschiefer etwa 1,10 m und im Sandstein 0,85 m. Man hat auf diese Weise bereits Bohrlöcher von 80—100 m Höhe hergestellt. Die Arbeiten werden zumeist nur von besonderen Firmen, die über eine eingeübte Mannschaft verfügen, ausgeführt. Die Kosten für je 1 m Bohrloch betragen nach den bisherigen Erfahrungen etwa 30—40 ℳ. In ungünstigem Gebirge ist freilich des öfteren auch das Bohrloch mißglückt, oder es war, falls es die vorgeschriebene Höhe erreichte, so weit aus der Senkrechten abgewichen, daß es oben nicht gefunden werden konnte.

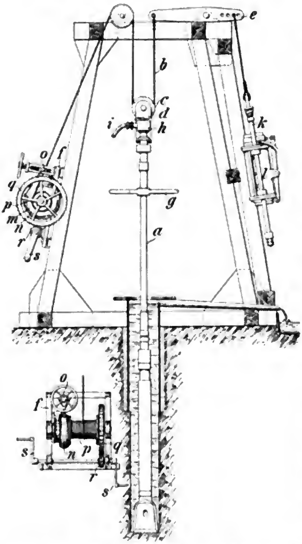


Abb. 124. Bohrvorrichtung zur Herstellung von Wetterbohrlöchern von oben nach unten.

61. — Bohrvorrichtung zur Herstellung von Wetterbohrlöchern von oben nach unten. Das $3\frac{1}{2}$ m hohe Bohrgerüst, wie es der Bergwerksunternehmer Heinr. Grewen in Essen für solche Arbeiten benutzt, muß unter Tage auf der oberen Strecke, von der aus das Bohrloch niedergebracht werden soll, aufgestellt werden. Nach Abb. 124 wird das Bohrgestänge *a* mittels eines Seiles *b* angehoben, das über die lose Rolle *c* eines Bügels *d* läuft und einerseits mit einem Schwinghebel *e*, anderseits mit einer Nachlaßvorrichtung *f* verbunden ist. Der Bügel *d* trägt das Kopfstück *h* des Hohlgestänges, dem durch den Schlauch *i* Dickspülung zugeführt wird. Das Gestänge kann mittels Handhebels *g* umgesetzt werden. Der Schwinghebel *e* ist durch ein Verbindungseil an die Kolbenstange *k* eines einseitig wirkenden, schwungradlosen, etwa senkrecht angeordneten Kolbenmotors *l* angeschlossen, der beim Niedergange des Kolbens das Bohrgestänge anhebt. Nach zwangläufiger Umsteuerung entweicht die Druckluft, und das Gestänge sinkt im freien Fall nieder, wobei der Kolben wieder mit nach oben genommen wird. Das Seil *b* ist über eine durch die Bremsvorrichtung *m*, *n*, *o* festgehaltene Trommel *p* gelegt, von der es sich entsprechend dem Tieferwerden des Loches unter Überwindung der Brems-

Digitized by Google

wirkung langsam abwickelt. Zum Wiederaufwickeln des Seiles gelegentlich des Aufsetzens neuer Gestängestücke bedient man sich des Kurbelzahnradgetriebes *q*, *r*, *s*. Die Meißelbreite beträgt 300 mm und sinkt bei tiefen Löchern auf etwa 250 mm.

Das Verfahren, Wetterbohrlöcher auf diese Weise herzustellen, ist noch neu, hat sich aber in den bisherigen Anwendungsfällen gut bewährt. Es dürfte bei etwa gleichen Leistungen sich teurer als das Aufwärtsbohren stellen; dafür ist der Enderfolg wegen der geringeren Bohrlochabweichungen namentlich bei tieferen Löchern sicherer.

Digitized by Google

Dritter Abschnitt.

Gewinnungsarbeiten.

I. Einleitende Bemerkungen.

1. — **Allgemeines.** Mittels der Häuer- und Gewinnungsarbeiten werden Grubenbaue aller Art entweder auf der Lagerstätte selbst oder im Nebengestein hergestellt. Die Hilfsmittel sind für beide Gruppen von Arbeiten im wesentlichen dieselben.

Die menschliche Arbeitskraft spielt hierbei eine weit größere Rolle, als sie es z. B. bei der Förderung, Wasserhaltung oder Wetterführung tut. Auf diesen Gebieten wird der Hauptteil der Arbeit durch maschinelle Kraft geleistet. Bei den Gewinnungsarbeiten bleiben wir stets in erster Linie auf den Bergmann selbst angewiesen. Hieran liegt es, daß z. B. im Ruhrbezirk der Lohnanteil an dem Werte der Förderung (ohne Kohlensteuer) rund 57 % beträgt. Während die maschinelle Kraft durch Vervollkommnung der Maschinen im Laufe der Zeit immer billiger wurde, ist die menschliche Kraft ständig im Preise gestiegen. Der Arbeitslohn wächst mit zunehmender Kultur, während gleichzeitig die Verwendung des Menschen für beschwerliche Arbeiten zurückgedrängt wird. Deshalb muß das Bestreben darauf gerichtet bleiben, auch bei den Gewinnungsarbeiten nach Möglichkeit die menschliche durch maschinelle Kraft zu ersetzen.

2. — **Gedinge.** Die Eigenart der bergmännischen Arbeit bringt es mit sich, daß eine dauernde Aufsicht unmöglich ist. Die Bezahlung für die Arbeit muß deshalb tunlichst im Gedinge erfolgen. Anderenfalls würden die Leistungen bald auf ein unerträglich niedriges Maß sinken. Gedingelohn ist auch gerechter als Schichtlohn, insofern als der fleißige und leistungsfähige Arbeiter mehr als der träge und schwache zu verdienen Gelegenheit haben soll.

Den Schichtlohn wird man auf die Fälle beschränken, wo der Arbeiter eine unmittelbare Einwirkung auf das Maß der Arbeitsleistung nicht hat (z. B. bei Bremsern, Maschinenwärtern und unter Umständen bei Anschlägern), ferner wo es auf besonders sorgfältige und nicht auf schnelle Arbeit ankommt (z. B. bei der Aufführung wasserdichten Mauerwerks), oder schließlich, wo es völlig unmöglich ist, die Arbeitsleistung im voraus abzuschätzen (z. B. bei dem Aufwältigen von Brüchen u. dgl.). Die regelmäßigen Häuer- und Gewinnungsarbeiten werden dagegen fast stets im Gedinge ausgeführt.

Digitized by Google

3. — **Gewöhnliches Gedinge.** Das gewöhnliche Gedinge besteht in der Bezahlung nach einer gewissen Leistungseinheit und wird für einen nicht zu langen Zeitraum, in der Regel für einen Monat, abgeschlossen. Man unterscheidet hierbei hauptsächlich Längen-, Flächen-, Massen- und kubisches Gedinge. Das Längengedinge oder die Bezahlung für das laufende Meter ist namentlich beim Auffahren von Strecken, beim Aufbrechen oder Abteufen von Schächten und in ähnlichen Fällen üblich. Beim Flächengedinge wird der verdiente Lohn nach der Anzahl der verhauenen Quadratmeter berechnet. Das Massengedinge oder die Bezahlung je Tonne Kohle oder Erz ist am häufigsten und wird gewöhnlich in der Lagerstätte dem Flächengedinge vorgezogen. Kubisches Gedinge, das nach der Größe des hergestellten Hohlraumes berechnet wird, bringt man beim Ausschießen von Füllörtern, Maschinenräumen, Pferdeställen u. dgl. zur Anwendung. Im Abbau wird es gern bei unregelmäßigen Lagerstätten (z. B. Erzgängen) benutzt.

Häufig wendet man doppeltes Gedinge an, indem man z. B. beim Streckenauffahren in der Kohle das Gedinge sowohl auf die aufgefahrene Streckenlänge als auch auf die dabei gewonnene Kohle stellt. Der Arbeiter wird sodann bei richtiger Gedingebemessung die Strecke weder zu eng noch zu weit auffahren. Verschieden hohes Gedinge auf Stück- und Feinkohle begünstigt zwar den Stückkohlenfall, doch ist die gesonderte Wägung der Stück- und Feinkohle schwierig. Auch entsteht die Gefahr, daß Feinkohle zurückgelassen wird.

Überhaupt soll man nach Möglichkeit das Gedinge so setzen, daß der Arbeiter seinen Nutzen findet in der zweckmäßigen Ausführung der Arbeit.

Vielfach hat sich auch eine gemischte Entlohnung eingebürgert, die darin besteht, daß der Arbeiter einen festen Grundlohn je Schicht etwa in halber Höhe des zu erwartenden Verdienstes und im übrigen hierzu gewöhnliches Gedinge erhält. Auf diese Weise werden allzu große Schwankungen in den Löhnen vermieden und die Wirkungen einer mißglückten Gedingefestsetzung vermindert.

4. — **Generalgedinge.** Unter Generalgedinge versteht man ein Gedinge, das für einen längeren Zeitraum oder für eine größere Arbeit insgesamt abgeschlossen wird. Als Beispiele mögen das Auffahren eines langen Querschlages, die Herstellung eines Schachtes und der Abbau einer ganzen Abteilung genannt sein. Voraussetzung ist hierbei stets, daß die Natur der Arbeit mit einiger Sicherheit im voraus beurteilt werden kann, sei es, daß es sich um annähernd gleichbleibende Verhältnisse handelt oder daß eintretende Änderungen leicht durch eine Änderung der Vergütung berücksichtigt werden können. Ist dies der Fall, so sollte man möglichst häufigen Gebrauch vom Generalgedinge machen.

5. — **Prämiengedinge.** Das Wesen des Prämiengedinges besteht darin, daß nach Erreichung einer gewissen Leistung der Gedingesatz sich erhöht. Z. B. kann beim Schachtabteufen ein Mindestlohn festgesetzt werden, der in jedem Falle gezahlt wird; übersteigt aber die monatliche Leistung ein gewisses, ziemlich niedrig bemessenes Maß von beispielsweise 30 m, so wird jedes mehr abgeteufte Meter nach einem festen oder sogar steigenden Satze besonders vergütet. Bei Querschlagbetrieben zahlt man wohl ebenso-

Digitized by Google

viel Mark für ein Meter, wie Meter im Monat aufgefahren sind, so daß mit jedem mehr aufgefahrenen Meter sich der Gedingesatz erhöht. Prämiengedinge wirkt noch mehr als Generalgedinge anspornend auf Fleiß und Leistung der Arbeiter. Durch die Tarifverträge (s. Ziff. 8) ist jetzt das Prämiengedinge abgeschafft.

6. — **Bedeutung des Gedinges.** Wenn man die erziehliche Wirkung des Gedinges ausnutzen will, so darf man größere Unterschiede in den Löhnen nicht scheuen, da man durch alsbaldige Ermäßigung der Gedingesätze bei hohen Löhnen und durch häufige Zulagen bei niedrigen Löhnen den Glauben an die Festigkeit des Gedingevertrages zerstört.

Das Gedinge reizt um so mehr zu hoher Leistung, je kleiner die Kameradschaft ist. Am günstigsten sind die Ergebnisse, wenn man Kameradschaften von nur zwei bis drei Mann bilden kann, und noch mehr, wenn man mit einem einzelnen Manne für seine eigene Person Gedinge abzuschließen in der Lage ist. Die doppelte Förderschicht hat den Nachteil, daß sie zur Bildung größerer Kameradschaften führt, deren einzelne auf den verschiedenen Schichten beschäftigte Mitglieder sich nur wenig kennen lernen und sich jedenfalls nur unvollkommen überwachen können. Der gleiche Nachteil steht dem Abbau mit breitem Blick entgegen.

7. — **Tarifverträge.** Tarifverträge, wie sie besonders im Buchdrucker- und im Baugewerbe schon seit längerer Zeit bestehen, sind Verträge oder Vereinbarungen über die Arbeitsbedingungen, die zwischen den Arbeitgebern eines gewerblichen Bezirkes einerseits und den Arbeitern anderseits für einen längeren Zeitraum abgeschlossen sind. Sie legen die Lohnsätze für die vorkommenden Arbeiten fest, wobei aber ausbedungen werden kann, daß unter gewissen Umständen, z. B. bei steigenden oder fallenden Preisen für das Arbeitserzeugnis, auch die Lohnsätze eine gewisse Erhöhung oder Ermäßigung erfahren. Nach Ablauf des Vertrages findet ein neuer Abschluß über die Arbeits- und Lohnbedingungen statt. Für den Fall von Streitigkeiten sind in den Verträgen in der Regel Einigungsverfahren, Schlichtungsausschüsse u. dgl. vorgesehen.

Ob durch Tarifverträge der gewerbliche Friede gefördert wird, ist eine umstrittene Frage. Die Anhänger behaupten dies, die Gegner bestreiten es mit dem Hinweis darauf, daß nach den statistischen Feststellungen die Zahl der Streiks in den Gewerben mit Tarifverträgen keineswegs geringer geworden ist. In jedem Falle haben Tarifverträge für den einzelnen Arbeitnehmer den Vorteil, daß sie ihn der Notwendigkeit entheben, mit dem Arbeitgeber in eine Erörterung der Arbeits- und Lohnbedingungen einzutreten. Aus diesem Grunde geht die neuzeitliche Auffassung dahin, den Tarifverträgen immer weiteren Eingang zu verschaffen.

8. — **Anwendung der Tarifverträge im Bergbau.** Freilich stößt die Einführung der Tarifverträge in ihrer reinen Form im deutschen Bergbau auf erhebliche Schwierigkeiten. Der Tarifvertrag setzt nämlich nach dem oben Gesagten voraus, daß man alle vorkommenden Arbeiten im wesentlichen im voraus kennen und abschätzen kann und demgemäß imstande ist, die Arbeitsbedingungen durch eine vollkommen klare und für alle Fälle zutreffende Fassung für einen längeren Zeitraum zu regeln. Jeder Grubenbeamte weiß, wie schwierig es häufig ist, nur für

Digitized by Google

einen Monat und für einen bestimmten Arbeitsort ein zutreffendes Gedinge zu machen, und wie oft man gezwungen ist, im Laufe des Monats aus unvorhergesehenen Gründen Änderungen eintreten zu lassen. Noch viel weniger aber ist es möglich, die auf einem und demselben Flöze unter anscheinend gleichen Arbeitsbedingungen beschäftigten Leute oder gar die Belegschaft mehrerer Gruben auf das gleiche Gedinge zu setzen, weil der Druck, die Härte der Kohle und das Verhalten des Nebengesteins stets wechselnde Verhältnisse schaffen. Diesen Verschiedenheiten kann durch einen einfachen, für alle Fälle gültigen Tarifvertrag unmöglich Rechnung getragen werden.

Ganz besonders trifft diese Schlußfolgerung für den Ruhrbezirk zu, wo die starken Verschiedenheiten der Arbeitsbedingungen in der Hauptsache durch die Gebirgsfaltung bedingt sind.

Wenn man nun trotzdem Tarifverträge auch für den Bergbau eingeführt hat, so war dies nur für die Schichtlohnarbeiter ohne Schwierigkeit möglich, da sich hier je nach Art der Arbeit, Alter, Beschäftigungsdauer und den sonstigen Nebenumständen einheitliche Vereinbarungen leicht treffen ließen. Dagegen konnte man für die Häuer- und Gewinnungsarbeiten das Gedinge und seine monatliche Festsetzung nicht entbehren. Es blieb der Ausweg offen, daß durch den Tarifvertrag neben einem Grundlohn (s. Ziff. 3, letzter Absatz) die Mindestlohnsätze der Gedingearbeiter, beispielsweise getrennt nach den Kohlenhauern, Gesteinshauern, Lehrhauern, Schleppern verschiedener Grade usw., festgesetzt wurden. Es ist also jede Gruppe sicher, die vereinbarten Mindestsätze zu erreichen. Die vertraglichen Festsetzungen erstrecken sich auch weiter auf die Regelung und Bezahlung der Über- und Feiertagschichten, auf Urlaub, Hausbrand, Wohnungsmieten usw.

9. — **Gewinnbarkeit.** Die Höhe des Gedinges hängt, abgesehen von dem Umfange der Nebenarbeiten wie Ausbau usw., von der Gewinnbarkeit der Gebirgsmassen ab. Unter der Gewinnbarkeit versteht man den mehr oder minder großen Widerstand, den das Gebirge den Gewinnungsarbeiten entgegensetzt. Hierbei sind hauptsächlich die Härte und Festigkeit der Gesteine einerseits und der Zusammenhalt anderseits von Einfluß.

Die Härte äußert sich in erster Linie in rascher Abnutzung der Werkzeuge. Die Festigkeit gibt den Grad des Widerstandes an, den eine Gesteinsart dem Eindringen spitzer Werkzeuge oder scharfer Gezähe entgegensetzt. Der Zusammenhalt des Gebirges ist als derjenige Widerstand zu bezeichnen, den ein Gebirgstück bei seiner Loslösung aus dem Verbande mit dem übrigen Gebirge leistet. Der Bohrmeißel hat hauptsächlich die Härte und die Festigkeit, der Sprengschuß den Zusammenhalt des Gesteins zu überwinden. Der Zusammenhalt hängt nicht in erster Linie von der Härte und der Festigkeit ab, da er durch Spaltbarkeit, Schichtung und Vorhandensein von Absonderungsflächen verringert werden kann. Zäher Ton z. B. ist weich und läßt sich leicht schneiden; er besitzt aber einen großen Zusammenhalt und ist deshalb vielfach schwerer gewinnbar als ein an sich härteres und festeres Gestein.

Je nach dem Zusammenhalte spricht der Bergmann wohl von Gesteinen, die sich gut oder schlecht schießen. Verhältnismäßig weiche Gesteine können sich schlecht schießen, wenn Schichtung und Lagenbildung fehlt (Gips). Massengesteine sind demgemäß im allgemeinen schwerer gewinnbar als

Digitized by Google

Schichtgesteine Das gute Reißen der geschichteten Gesteine begünstigt die Herstellung rechteckiger Streckenquerschnitte, während der Querschnitt der Strecken in Massengesteinen sich mehr der Kreisform nähern wird.

10. — **Grade der Gewinnbarkeit.** Nach dem Grade der Gewinnbarkeit unterscheidet man wohl rollige, milde, gebräche, feste und sehr feste Gesteine. Rollige Massen sind Sand, Kies und bereits hereingewonnene Berge, Kohlen oder Erze. Sie können mittels der Schaufel ohne weiteres geladen werden. Milde Gebirgsarten sind solche, die sich mit Schaufel oder Spaten bearbeiten und insbesondere abstechen lassen, z. B. Ton, Lehm und manche Braunkohle. Gebräche Gesteine können mit der Keilhaue hereingewonnen werden. Hierhin gehört die gewöhnliche Braunkohle, weiche Steinkohle und unter Umständen Tonschiefer. Infolge Gebirgsdruckes kann an sich feste Kohle gebräch werden, so daß sie mit der Keilhaue gewonnen werden kann. Beim Abbau nutzt man den Gebirgsdruck oft in dieser Beziehung aus. Anderseits kann Bergeversatz durch Gebirgsdruck zu festen Massen werden. Feste und sehr feste Gesteine pflegt man zwecks Hereingewinnung zu sprengen. Hierhin gehören feste Steinkohle, Kalk- und Sandsteine, ferner als sehr feste Gesteine Granit, die meisten Konglomerate, Quarzit, Basalt u. dgl.

11. — **Besondere Rücksichten.** Nicht immer steht bei den Häuer- und Gewinnungsarbeiten die Wirtschaftlichkeit des einzelnen Betriebes in erster Linie. Manchmal kommt es ebenso und noch mehr auf Schnelligkeit der Ausführung an. Man wählt dann trotz höherer Kosten den beschleunigten (sog. forcierten) Betrieb. Maßgebend ist hierbei die Rücksicht auf die Gesamtverhältnisse des Bergwerks, insbesondere die Höhe der zu verzinsenden Werte.

Von Einfluß auf die Art der Arbeit ist schließlich auf Steinkohlengruben die Schlagwetter- und Kohlenstaubgefahr, auf die besonders bei der Sprengarbeit (s. u.) Rücksicht zu nehmen ist.

II. Gewinnungsarbeiten ohne Verwendung von Sprengstoffen.

12. — **Vorbemerkung.** Im folgenden sollen unterschieden werden: a) die Wegfüllarbeit, b) die Keilhauenarbeit, c) die Arbeit mit Abbauhämmern, d) die maschinelle Schrämarbeit und e) die Hereintreibearbeit durch Keilvorrichtungen oder unmittelbaren Wasserdruck.

Bei den unter a)—c) genannten Arbeiten pflegt die Hereingewinnung in einem einzigen Arbeitsvorgange zu erfolgen, ohne daß dies freilich in jedem Falle notwendig zu sein braucht. In den unter d)—e) genannten Fällen handelt es sich um Arbeitsvorgänge, die einzeln und an und für sich zur Durchführung der Hereingewinnung nicht genügen. So muß z. B. auf die Schrämarbeit noch die Hereintreibearbeit oder die später zu besprechende Schießarbeit folgen, während die Hereintreibearbeit zumeist noch durch die Keilhauenarbeit ergänzt wird.

A. Die Wegfüllarbeit.

13. — **Allgemeines und Gezähe.** Die Wegfüllarbeit kommt als Gewinnungsarbeit nur bei rolligem Gebirge in Betracht und dient im übrigen zum Einladen der gewonnenen Massen in die Fördergefäße.

Digitized by Google

Man benutzt als Gezähe Schaufel (oder Spaten) oder Kratze und Trog.

Schaufel und Spaten (Abb. 125) bestehen aus dem Blatte aus Stahlblech mit dem Ohre oder der Tülle zur Aufnahme des hölzernen Stieles. Bei der Schaufel bilden Blatt und Stiel zur Verringerung der Anstrengung beim Bücken einen Winkel von 140—150°. Das Blatt wird zweckmäßig vorn spitz gehalten und hinten aufgebogen, wodurch die Schaufel einerseits leicht in das Fördergut eindringt und dieses anderseits gut trägt. Die Füllung der Schaufel soll etwa 7—8,5 kg wiegen. Beim Spaten verlaufen Blatt und Stiel annähernd gradlinig. Man gebraucht ihn mehr über als unter Tage in denjenigen Fällen, wo die Massen zugleich abgestochen werden müssen.

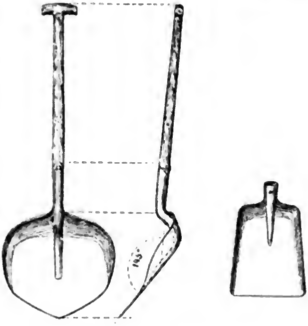


Abb. 125. Schaufel und Spaten.

Zwei verschiedene Kratzenformen sind in den Abbildungen 126*a* und *c* dargestellt. Abb. 126*a* zeigt eine Krückenkratze mit trapezförmigem, Abb. 126*c* eine Spitzkratze mit herzförmigem Blatte. Am häufigsten wird die Krückenkratze gebraucht, die für loses, kleinstückiges Haufwerk besonders gut geeignet ist. Die Spitzkratze dient gleichzeitig zum Hereinhacken milden Gebirges.

Der Trog (Abb. 126*b*) ist ein muldenähnliches Gefäß aus Eisen oder Holz mit zwei seitlichen Griffen. Die zu ladenden Massen werden mittels

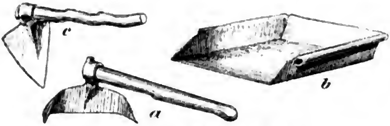


Abb. 126*a—c*. Kratzen und Trog.

Kratze in den Trog gezogen, worauf dieser mit Hand in den Förderwagen entleert wird.

Die Arbeit mit Kratze und Trog wird bei grobstückigen Massen, die sich schlecht schaufeln lassen, vorgezogen. Außerdem wird bei Verwendung von Kratze und Trog das Fördergut weniger zerkleinert als bei dem Werfen mit der Schaufel, weshalb man auch bei größerer Entfernung bis zum Förderwagen öfter mit Kratze und Trog arbeitet.

14. — **Leistungen.** Ein Arbeiter ladet unter Tage in der achtstündigen Schicht unter günstigen Verhältnissen 12—18 t Fördergut (Kohle, Salz, Erz),

Digitized by Google

falls er die Wagen nicht fortzuschieben braucht. Muß er die Wagen noch 50—100 m weit fahren, so wird er kaum über 10 t kommen. Hierbei spielt Größe und Ladegewicht der Wagen eine bedeutende Rolle. Über Tage kann ein Arbeiter in 10—12 Stunden etwa 12 cbm mittelfesten, feuchten Sandes (Stichboden) auf Manneshöhe, ohne Fortbewegung der Wagen, laden; es würde dies einer Leistung von ungefähr 20—22 t entsprechen.

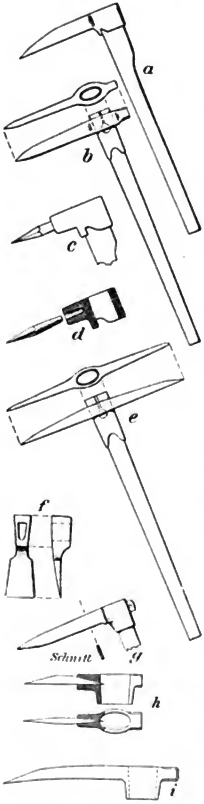


Abb. 127 *a—i*. Keilhauen.

B. Die Keilhauenarbeit.

15. — **Allgemeines.** Die Keilhauenarbeit ist eine selbständige Gewinnungsarbeit für mildes Gebirge (Braunkohle, Steinkohle in manchen Fällen, Letten, Galmeierde u. dgl.). Im übrigen ist sie eine Hilfsarbeit für die Hereintreibe- und Sprengarbeit. Sie dient hierbei zum Schrämen, Schlitzen oder Kerben und zum Abräumen der angerissenen, aber noch nicht aus dem ursprünglichen Verbande gelösten Massen.

16. — **Gezähe.** Gestalt und Form der Keilhaue, im Ruhrbezirk gewöhnlich Keilhacke genannt, sind sehr verschieden. Man unterscheidet die einfache Keilhaue, die doppelte Keilhaue, die Keilhaue mit Einsetzspitzen, das Schrämeisen und die Breit- oder Rodehaue. Die einfache Keilhaue (Abb. 127*a*) besteht aus Blatt und Stiel oder Helm. An dem Blatte aus Stahl befindet sich die Spitze (das Örtchen) einerseits und das Auge anderseits, das zur Aufnahme des Helmes dient. Der mittlere Querschnitt des Blattes pflegt rechteckig zu sein. Die Spitze bildet, um eine allzu schnelle Abnutzung zu verhüten, einen stumpfen Kegel. Die Rückseite des Auges ist, da man die Keilhaue häufig zum Schlagen benutzt, verstärkt. Das Helm wird gewöhnlich aus Eschen- oder Weißbuchenholz gefertigt. Eichenholz ist zu spröde und reibt stark; es „brennt“ in der Hand.

Die Befestigung des Helmes im Auge erfolgte früher durch das sog. Bestecken. Jetzt pflegt man andere Befestigungsarten zu benutzen. Entweder läßt man das Helm nach seinem Ende zu konisch sich verdicken und gibt dem Auge eine entsprechende Form. Dabei ist die Stärke des ganzen Helmes so bemessen, daß man es von oben durch das Auge stecken kann, bis es mit dem verstärkten Ende im Auge seinen Halt findet. Oder man benutzt eine federnde, nach oben sich verbreiternde Stahlhülse

(Abb. 127*b*). Auch hier zieht sich beim Gebrauche der Keilhaue das konische Auge immer fester um die Stahlhülse und klemmt so das Helm fest. Zur Verhütung des Abstreifens der Hülse versieht man diese wohl mit einer Innenrippe.

Die doppelte Keilhaue oder Doppelhacke (Abb. 127*e*) braucht nur halb so oft als die einfache Keilhaue zum Schärfen in die Schmiede gebracht zu werden. Die Doppelhacke liegt wegen des gleichen Gewichts zu beiden Seiten des Helmes bequem in der Hand, was namentlich bei der Arbeit in liegender Stellung angenehm ist. In engen Bauen ist allerdings die Handhabung behindert.

Durch Verwendung von Einsetzspitzen an der Keilhaue (Abb. 127*c*, *d* und *h*) wird das Schärfen ungemein erleichtert, da nicht die Keilhauen selbst, sondern nur die Spitzen zur Schmiede gebracht zu werden brauchen. Bei der in Abb. 127*g* dargestellten Keilhaue ist nicht allein die Spitze, sondern das ganze Blatt im Auge auswechselbar eingerichtet. Diese Art Keilhauen wird z. B. im Mansfelder Kupferschieferbergbau benutzt. Die Keilhauen mit Einsetzspitzen werden besonders für Schrämzwecke gebraucht, wo mehr die Spitze als das eigentliche Blatt beansprucht wird und es auf möglichst geringes Gewicht ankommt.

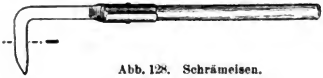


Abb. 128. Schrämeisen.

Das Gewicht der Keilhauen schwankt in den weiten Grenzen von 0,6 bis 4,0 kg. Im Ruhrbezirk sind gleichmäßig auf allen Zechen eingeführt: für Arbeit vor der Kohle die Doppelhacke (Abb. 127*e*), Gewicht etwa 1,25 kg, und für Arbeit vor Gestein die einfache Gesteinshacke (Abb. 127*i*), Gewicht etwa 2,5 kg. Als einfache Kohlenhacken stehen hauptsächlich sogenannte Pinnhacken nach Abb. 127*h* in Gebrauch.

Die Schrämeisen (Abb. 128) sind schmale, leichte Keilhauen, bei denen das Blatt rechtwinkelig zu einem Stiele umgebogen ist, in dessen Auge das Helm gesteckt wird. Sie werden auch ganz aus Stahl gefertigt. Die Schrämeisen werden für schmale Schrampacken gern gebraucht. Zu ihrer Ergänzung beim „Ausputzen“ der Ecken benutzt man Schrämspieße, bei denen der eiserne Stiel und das Blatt gradlinig verlaufen. Die Stange oder der Stiel ist 2—2½ cm stark und 100—160 cm lang.

Bei der Wahl des Gezähes spielt die Gewöhnung der Arbeiter eine große Rolle. Für die Grube im ganzen ist möglichst gleichmäßiges Gezähe mit einheitlichen Formen, Gewichten, Helmbefestigungen und Helmen zu empfehlen. Gewöhnlich findet man auf einer Grube eine schwere einfache Keilhaue, eine schwere und eine leichte Kreuzhacke und eine leichte Keilhaue mit Einsetzspitzen. Für alle genügen zwei verschiedene Arten von Helmen.

Für Arbeiten über Tage in milden Gebirgsarten gebraucht man die Breit- oder Rodehaue, die nicht in eine Spitze, sondern in eine quer zum Helme gerichtete Schneide ausläuft (Abb. 127*f*).

Digitized by Google

C. Die Arbeit mit Abbauhämmern und Preßlufthacken.

17. — Geschichtliche Vorbemerkung. Die Abbauhämmer, auch Pickhämmer genannt, sind aus den später zu besprechenden Bohrhämmern (s. S. 190, Ziff. 90 u. f.) entstanden. Ein Vorläufer beider Maschinengattungen war die Frankesche Schrämmaschine, die seit Anfang der 1890er Jahre beim Mansfeldschen Kupferschieferbergbau Verbreitung gefunden hat. Es war dies ein leichter Preßlufthammer von nur 4,5 kg Gewicht, der von dem Bergmann mit beiden Händen gehalten und bei der Arbeit im Schram hin und her geführt wurde.

Seit 1920 haben ferner Preßlufthacken — leichte Abbauhämmer mit Stiel — schnelle Verbreitung gefunden.

18. — Die Einrichtung der Abbauhämmer. Die Abbildungen 129 u. 130 zeigen ein Beispiel der jetzigen Bauart. Man unterscheidet daran als einzelne Teile

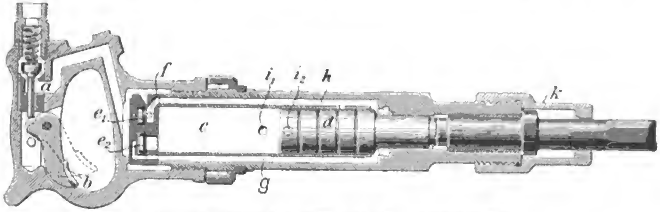


Abb. 129. Schnitt durch den Westfalia-Abbauhammer.

den Griff, den Arbeitszylinder mit Schlagkolben und das spitzkeilartige Werkzeug. Der Griff dient zunächst zum Halten und Lenken der Maschine während der Arbeit und pflegt außerdem für den Anschluß des Druckluftschlauches und für die Aufnahme der Luftabstellvorrichtung benutzt zu werden. Zu diesem Zwecke ist in ihm ein Ventil *a* (Abb. 129) untergebracht, das durch den Luftdruck selbsttätig gegen seinen Sitz gepreßt wird und dadurch die Druckluft von der Maschine abschließt. Die Öffnung des Ventils erfolgt durch Niederdrücken einer vom Zeigefinger des Arbeiters betätigten Klinke *b*, die in den Handgriff hineinragt und hier gegen Stöße vollkommen gesichert liegt. Der Griff endet in eine mit Muttergewinde versehene Hülse, die auf das Zylinderende aufgeschraubt wird.

Arbeitszylinder *c* und Schlagkolben *d* zeichnen sich wegen des Fehlens der bei den stoßenden und schlagenden Bohrmaschinen üblichen Umsetzvorrichtung durch große Einfachheit aus. Die Steuerung ist vielfach die gleiche wie bei den Bohrhämmern (s. d.), wird aber von manchen Firmen auch der besonderen Arbeitsweise der Abbauhämmer angepaßt. Abb. 129 zeigt die von der Maschinenfabrik Westfalia gewählte besondere Ausführung. Es sind e_1 e_2 zwei kleine und leichte Ventile, die in der Verschlußstellung mittels eines Ringsitzes den Zutritt der Preßluft zu der zugehörigen Zylinderseite absperren und deren hintere Flächen mittels der Kanäle *f* und *g* unter der Wirkung des auf der anderen Zylinderseite herrschenden Druckes stehen. In

Digitized by Google

der gezeichneten Stellung ist Ventil e_1 geöffnet, und die durch *h* eintretende Preßluft beginnt gerade, den Arbeitskolben zurück (nach links) zu treiben, da die dort befindliche verbrauchte Luft durch den Auspuff i_1 entweichen kann. Das Ventil e_1 wird währenddessen durch den Druck der Frischluft in seiner Lage gehalten, während umgekehrt Ventil e_2 infolge Vorhandenseins des Kanals *g* auf seinen Sitz niedergepreßt wird. Überschleift der Arbeitskolben das Auspuffloch i_2 und tritt hinter ihm infolge des Auspuffs Druckentlastung ein, so wirken auf die Ventilkölbchen Kräfte ein, die dem bisher wirkenden Drucke entgegengesetzt gerichtet sind. Es wird sich also Ventil e_1 schließen. Da nun das bisher geschlossene Ventil e_2 auf seinem Sitze ruht und deshalb der Wirkung der Preßluft eine kleinere Fläche darbietet, öffnet es sich etwas später, als sich Ventil e_1 schließt, so daß das gleichzeitige Offenstehen beider Ventile vermieden wird. Die Steuerung bietet den Vorteil, daß die Rückstöße gemildert sind, weil die Drücke in den beiden Zylinderseiten allmählich auf- und abschwellen und plötzliche, unmittelbare Druckschwan-

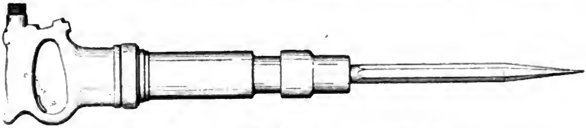


Abb. 130. Ansicht des Westfalia-Abbauhammers.

kungen vom atmosphärischen zum Arbeitsdrucke und umgekehrt ausgeschaltet werden. Das ist gerade bei Abbauhämmern von großer Bedeutung, weil sie vielen Leerschlägen bei der Arbeit ausgesetzt sind. Die Zahl der Schläge, die der Kolben in einer Minute macht, beträgt 1500—2000.

Das arbeitende Werkzeug ist ein Spitzeisen, das vorn in der Art eines Fimmels pyramidenförmig ausläuft (Abb. 130) oder lanzenähnlich gestaltet sein kann. Bei weicher Kohle gibt man der Spitze eine breite Form, damit durch die große Auflagefläche die Keil- und Treibwirkung gut auf die Kohle übertragen wird. In harter Kohle, bei der ein Einschneiden der Kanten weniger zu befürchten ist, kann die Spitze pyramidenförmig spitz zulaufen. Das Kopfende ist genau entsprechend den Abmessungen des Zylinderhalses bearbeitet, so daß es annähernd luftdicht in diesen eingeschoben werden kann. Das äußere Ende des Kopfes ragt einige Millimeter in den Zylinderhals hinein und empfängt hier beim Gange der Maschine in ununterbrochener, schneller Folge die Schläge des Arbeitskolbens. Das Werkzeug wird im Zylinder durch die Überwurfmutter *k* gehalten.

Ein Abbauhammer wiegt etwa 5—7 kg, seine Länge ohne Meißel beträgt ungefähr 50 cm.

19. — Die Arbeitsweise. Die Abbauhämmer werden entweder zum Schrämen und zu der darauffolgenden Hereingewinnung der Kohle oder unmittelbar lediglich für den letzteren Zweck benutzt.

Beim Schrämen richtet man den Abbauhammer spitzwinklig gegen den Arbeitsstoß und führt ihn daran entlang, indem man Stücke aus der Schrämschicht absprengt. Eine bestimmte Regel für die Ausführung der Arbeit läßt sich aber nicht aufstellen, da die örtlichen Verhältnisse den

Digitized by Google

Ausschlag geben. Häufig begnügt man sich mit einem nur 20—30 cm tiefen Schram, bisweilen gelingt es aber auch, den Schram bis auf 1 m Tiefe einzuarbeiten. In jedem Falle wird durch das Schrämen die darauffolgende Hereingewinnung der Kohle wesentlich erleichtert.

Bei der Arbeit mit Abbauhämmern hat man die besten Erfolge in einer von Schlechten und Ablösungen durchsetzten Kohle. Man muß dann das Werkzeug auf der Ablösung ansetzen und die Kohle nach der freien Seite hin gleichsam abschälen, wobei die Vorgabe der Treibkraft des Spitzeisens

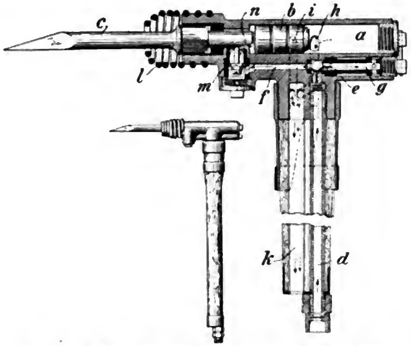


Abb. 131. Preßlufthacke der Hauhinco G. m. b. H. in Essen.

angemessen bleiben muß. Die Gewinnung wird weiter durch etwaige glatte Schichtflächen am Hangenden und Liegenden sehr begünstigt. Bei steiler Lagerung arbeitet man am besten von oben nach unten, da dann das Gewicht des Hammers unmittelbar auf das Werkzeug drückt und der Arbeiter weniger angestrengt wird. Das Gleiche gilt für die Gewinnung der Unterbank eines flach gelagerten Flözes von größerer Mächtigkeit.

Ein dauerndes, festes Andrücken des Hammers ist wichtig sowohl für die Haltbarkeit des Hammers als auch für den Arbeitserfolg und macht außerdem für den bedienenden Mann die Rückstöße weniger fühlbar.

20. — **Die Preßlufthacke** ist ein kleiner, leichter Abbauhammer mit einem senkrecht zur Arbeitsachse daran befestigten Stiel[1]). Man arbeitet damit nicht etwa schlagend, sondern so, daß man die Spitze des Werkzeugs gegen die Kohle drückt. In Abb. 131 ist der Arbeitszylinder mit *a*, der Schlagkolben mit *b* und das die Schläge des letzteren empfangende Werkzeug mit *c* bezeichnet. Die Frischluft wird durch das im Holzstiel verlagerte Rohr *d* zugeführt, durch die Kugel *e* umgesteuert (s. Ziff. 91) und durch die Kanäle *f* und *g* zu den beiden Zylinderenden geleitet. Der Auspuff geschieht durch die Öffnungen *h* und *i*, die mit dem

[1]) Glückauf 1921, Nr. 49, S. 1193 u. f.; Wedding: Die Preßlufthacke.

Digitized by Google

zweiten, im Stiel untergebrachten Rohre *k* in dauernd offener Verbindung stehen. *l* ist die Haltefeder, die ein Abfliegen des Werkzeugs während der Arbeit verhütet. Die Hacke arbeitet nur, wenn die Spitze des Werkzeugs gegen die Kohle gedrückt und das Absperrventil *m* durch die Abschrägung *n* am Werkzeugkopfe in die Öffnungstellung gebracht wird. Der mit der Hacke arbeitende Mann hat also mit dem Öffnen und Schließen eines besonderen Ventils nichts zu tun, und es ist ein sparsamer Luftverbrauch sichergestellt. Der Auspuff am Ende des Stiels liegt günstig, da jede Staubaufwirbelung vermieden wird. Das Gewicht der Hacke ist 6 kg, die Schlagzahl beträgt 1200 bis 1500 in der Minute.

Die Preßlufthacke hat sich im Abbau für die Kohlengewinnung sowohl wie für die Schrämarbeit bewährt. Auch beim Vortreiben von Strecken wird sie mit Erfolg benutzt.

21. — Anwendbarkeit, Leistungen, Kosten. Der Abbauhammer- und Preßlufthackenbetrieb ist im allgemeinen für nicht allzu feste, dabei spröde und von Schlechten durchsetzte Kohle, die gut „springt", geeignet. In weicher, mulmiger Kohle wird der Keilhauenbetrieb und in harter, zäher, wenig zerklüfteter Kohle die Schießarbeit den Vorzug verdienen. In den Grenzfällen aber, wo es zweifelhaft bleibt, ob noch die Keilhauenarbeit oder schon die Sprengarbeit angebracht ist, pflegt das beste Anwendungsgebiet der Abbauhämmer und Preßlufthacken zu liegen. Insbesondere bewähren sich Abbauhämmer und Preßlufthacken vielfach in dünnen Flözen mit Bergemitteln oder Nachfallpacken im Hangenden, in denen bei Anwendung der Schießarbeit eine starke Verunreinigung der Kohle stattfindet. Hier kann eine gesonderte Hereingewinnung des Bergemittels einerseits und der Kohle anderseits stattfinden; das Hangende wird durch Vermeidung der Schießarbeit weniger beunruhigt, so daß der Nachfallpacken nicht hereinbricht, sondern angebaut werden kann. Überhaupt machen sich die Vorteile der Schrämarbeit (s. Ziff. 22) geltend. Die umfangreichste Verwendung im Ruhrbezirke haben Abbauhämmer auf Zeche Königsborn und Preßlufthacken auf Zeche Neu-Iserlohn I/II gefunden; jene hatte 1920 etwa 700 Hämmer, diese 1922 etwa 330 Hacken in Benutzung.

Sind die Vorbedingungen günstig, so lassen sich mit Abbauhämmern und Preßlufthacken überraschend gute Ergebnisse erzielen. Durchschnittlich kann man wohl annehmen, daß die Hauerleistung um 20—30 %, unter Umständen sogar auf das Doppelte und darüber[1]) steigt. Kegel[2]) berichtet von einer westfälischen Zeche, daß die Leistung gegenüber der früher angewandten Schießarbeit durch Einführung der Abbauhämmer von 2,4 auf 3,4 t je Hauer und Schicht stieg, während die gesamten Selbstkosten, bei einer Steigerung des Hauerlohnes von 5,72 ℳ auf 6,54 ℳ je Schicht, von 2,45 ℳ auf 1,98 ℳ je Tonne fielen. Für Zeche Mont Cenis bei Herne, wo Ende 1910 etwa 100 Hämmer in Betrieb standen, hat man die Erhöhung der Hauerleistung auf 25—35% berechnet[3]). Ähnlich werden

[1]) Montan. Rundsch. 1916, Nr. 19, S. 613; Loos: Über maschinelle Bohr- und Schrämarbeit usw.

[2]) Der Bergbau 1909, Nr. 31, S. 375; Kegel: Über die Verwendung von Abbauhämmern im Steinkohlenbergwerksbetriebe.

[3]) Glückauf 1911, Nr. 12, S. 453; Cabolet: Die Verwendung von Abbauhämmern auf der Zeche Mont Cenis.

Digitized by Google

die Leistungen der Preßlufthacken bewertet. Auf Zeche ver. Schürbank u. Charlottenburg (Bergrevier Dortmund) z. B. stieg die durchschnittliche Hauerleistung um 50%, während der Sprengstoffverbrauch auf weniger als die Hälfte sank[1]).

Der Preßluftverbrauch beträgt bei guten Abbauhämmern 100—120 l und bei Preßlufthacken etwa 90 l minutlich, was bei 4 Atm. Überdruck 500 bis 600 bzw. 450 l angesaugte Luft bedeutet. An Kompressorarbeit sind demgemäß für jeden Hammer 30—36 und für jede Preßlufthacke 27 cbm stündlich angesaugte Luft (3,0—3,6 bzw. 2,7 PS) zu rechnen.

D. Die maschinelle Schrämarbeit.

22. — Vorteile der maschinellen Schrämarbeit. Die Herstellung eines genügend tiefen Schrames mit Hand ist häufig ebenso schwierig wie zeitraubend, so daß bei dieser Arbeit der Ersatz der menschlichen durch maschinelle Kraft schon lange ein dringendes Bedürfnis war. Denn die Vorteile der Schrämarbeit an sich treten beim maschinellen Schrämen in gesteigertem Maße auf. Insbesondere erhöht ein ausreichender Schram den Stückkohlenfall wesentlich, so daß das Gut hochwertiger wird, und ermöglicht Ersparnisse an Sprengstoff-, Ausbau- und Grubenunterhaltungskosten. Die Schüsse können nämlich an Zahl verringert oder mit schwächeren Ladungen abgetan werden; unter Umständen kann sogar die Sprengarbeit ganz fortfallen. Infolgedessen leidet das Gebirge weniger, als wenn ohne genügenden Schram gearbeitet wird. Der Druck wird später rege, und es kann ein leichterer Ausbau gewählt werden. Die günstigen Wirkungen machen sich auch bei der späteren Streckenunterhaltung geltend und kommen in verminderten Ausbesserungsarbeiten zum Ausdruck.

Ein besonderer Vorteil der maschinellen Schrämarbeit ist der schnellere Fortschritt der Baue. Die beschleunigte Gewinnung ist für den Abbau mit breitem Blick besonders wichtig; sie hat verminderte Unterhaltungskosten im Gefolge, und der Anteil der Anlage- und allgemeinen Betriebskosten wird verringert. In sicherheitlicher Beziehung ist die leistungsfähige maschinelle Schrämarbeit stets vorteilhaft und wird die Unfallgefahr verringern. Wegen der eingeschränkten Schießarbeit erfolgt das gefährliche Bereißen der Schüsse seltener. Da das Dach und die Stöße in geringerem Grade zerklüftet werden, stehen sie sicherer und geben weniger zu Unfällen durch Stein- und Kohlenfall Veranlassung. Regelmäßiger Ausbau ist leichter durchführbar. Ja, manche Schrämmaschinen zwingen sogar zu völlig planmäßigem Ausbau. Tatsächlich hat sich überall gezeigt, daß durch Einführung der maschinellen Schrämarbeit die Unfallziffern sinken.

23. — Vorbemerkungen. Von Hand angetriebene Schrämmaschinen sind zwar häufig vorgeschlagen worden, ohne aber dauernde Verwendung gefunden zu haben.

Ein Schrämverfahren mittels Wasserstrahls ist namentlich auf oberschlesischen Gruben versucht worden[2]). Hierbei wird der Schram

[1]) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütt. u. Sal.-Wes. 1922, S. 5: Versuche und Verbesserungen.

[2]) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes. 1908, S. 130; Versuche und Verbesserungen.

Digitized by Google

durch einen ausspritzenden Strahl hochgepreßten Wassers unmittelbar herausgeschnitten und herausgespült. Der Druck des austretenden Wassers beträgt zweckmäßig 180—200 Atm. Die Leistungen, die man mit dem Verfahren erzielen kann, sind befriedigend. Trotzdem dürfte diese Art der Arbeit kaum weitere Verbreitung finden, weil ein Wasserdruck von so beträchtlicher Höhe in den Leitungen sehr lästig ist und weil auch die Bergleute die nasse und schmutzige Arbeit nur ungern verrichten.

Die neuerdings eingeführten, bereits oben besprochenen Abbauhämmer und Preßlufthacken können bei günstigen Flözverhältnissen auch für Schrämzwecke benutzt werden, ohne daß man sie freilich zu den Schrämmaschinen zu rechnen pflegt.

Die sonst für uns wichtigen, für die Schrämarbeit eingeführten Maschinen, die mit mechanischer Kraft angetrieben werden, arbeiten stoßend oder fräsend.

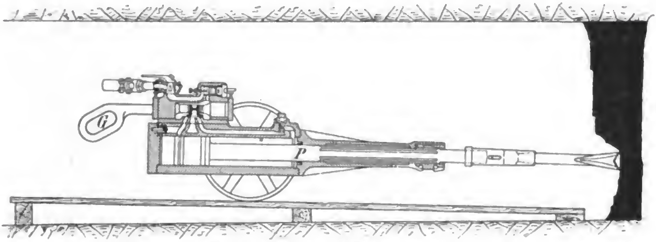


Abb. 132. Fahrbare Stoßschrämmaschine.

1. Stoßend wirkende Schrämmaschinen.

24. — Allgemeines. Fahrbare Stoßschrämmaschinen. Die stoßend wirkenden Schrämmaschinen sind in Bauart und Arbeitsweise den Stoßbohrmaschinen ähnlich. Es werden sogar zum Teil genau die gleichen Maschinen für Bohren und Schrämen benutzt. Die Wirkung wird nur dadurch anders, daß die Maschine beim Schrämen während der Arbeit hin und her geschwenkt wird. Infolgedessen entsteht nicht ein rundes Bohrloch, sondern ein breiter Schram. Bei den Stoßschrämmaschinen kann man die fahrbaren und die um eine Säule schwenkbaren Maschinen voneinander trennen.

Das Hauptverbreitungsgebiet der fahrbaren Stoßschrämmaschinen ist Nordamerika. Abb. 132 zeigt eine solche Maschine. Es ist eine auf Räder gesetzte und mit 2 Lenkgriffen *G* versehene Stoßbohrmaschine, die während der Arbeit auf einer geneigten Bohlenunterlage steht und von dem dahintersitzenden Arbeiter mit den Händen gelenkt wird. Die Kohle der deutschen Steinkohlenflöze hat sich aber für diese Arbeitsweise durchschnittlich als zu hart erwiesen; auch ist der Anteil an Schramklein in Flözen von geringerer Mächtigkeit zu groß.

25. — Säulen-Schrämmaschinen. Für die Verhältnisse des deutschen Steinkohlenbergbaues besser geeignet sind die um eine fest aufgestellte

Digitized by Google

Säule schwenkbaren Stoßschrämmaschinen, wie sie zuerst von **Eisenbeis** angegeben wurden.

Eine solche Schrämeinrichtung besteht aus einer beliebigen Stoßbohrmaschine mit Schrämstange und Schrämkrone, einer Spannsäule und dem Führungsektor mit Drehstück. Die Abb. 133 läßt deutlich erkennen, wie die einzelnen Teile bei der Arbeit zusammengehören und zusammenwirken. Nachdem die Spannsäule aufgestellt ist, wird der Führungsektor gleichgerichtet zu

Abb. 133. Säulen-Schrämmaschine, Ausführungsform der Demag.

dem herzustellenden Schram oder Schlitz in der an der Säule verschiebbaren Kluppe befestigt. In dem Auge des Sektors sitzt das Drehstück, in dessen Auge die Bohrmaschine befestigt wird. Das Schwenken der Maschine geschieht mittels einer Kurbel, deren mit Schneckengewinde versehene Achse im Drehstück verlagert ist und in die Zähne des Führungsektors eingreift. Die Kolbenstange trägt die Schrämstange mit der Schrämkrone. Der Vorschub der Maschine erfolgt in der bei der Bohrarbeit üblichen Weise mit der zweiten in der Abbildung sichtbaren Kurbel. Ist der ganze Vorschub der Maschine ausgenutzt, so wird sie zurückgezogen, die Stange herausgenommen und durch eine längere ersetzt, bis der Schram die genügende Tiefe hat.

Die eigenartige Verbindung der einzelnen Teile ermöglicht es, den Schram in jeder Höhe unter beliebigem Winkel herzustellen. Es muß nur der Füh-

Digitized by Google

rungsektor stets parallel dem auszuführenden Schram an der Bohrsäule befestigt werden. Zum Aufstellen und Abrüsten der Schrämeinrichtung sind zwei Mann erforderlich. Das Schrämen selbst wird jedoch nur von einem Manne besorgt. Der andere kann während dieser Zeit die Schußlöcher herstellen und hat ab und zu das Schramklein mit einer Krücke oder einer langstieligen Schaufel aus dem Schram zu entfernen. Die Bedienung der Maschine ist leicht zu erlernen und strengt den Arbeiter in keiner Weise an.

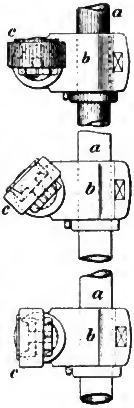


Abb. 134. Schrämkuppelung.

26. — Vereinfachte Säulenschrämmaschinen. Durch Fortfall des Schrauben- und Zahnradgetriebes lassen sich solche Schrämmaschinen wesentlich vereinfachen. Es genügen z. B. schon in der sog. Schrämkuppelung zwei Kluppen (Abb. 134), von denen die eine *b* an der Spannsäule *a* und die zweite *c* in dem Auge der ersten befestigt wird. In dem Auge der zweiten Kluppe wird die Maschine hin und her geschwenkt. Letzterer kann hierdurch, wie aus Abb. 134 hervorgeht, jede beliebige Schwenkrichtung gegeben werden. Um die Maschine sicherer schwenken und handhaben zu können, schraubt man an sie hinten einen Handhebel an. Derartige Schrämmaschinen erfordern freilich eine größere Geschicklichkeit des Bergmanns, weil dieser die Maschine unmittelbar am Hebel halten und lenken muß. Auch wird der Arbeiter mehr angestrengt, da er den Rückstoß der Maschine zum Teil aufzunehmen hat.

Bei einer anderen Anordnung läßt man die Maschine einfach um die Spannsäule selbst schwenken, indem die Kluppe auf einem Stellringe ruht und auf diesem sich drehen kann. Die Spannsäule muß dann aber genau rechtwinklig zur Schramfläche stehen. Solche Aufstellung

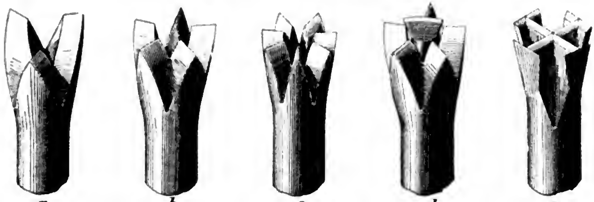


Abb. 135 *a—e*. Schrämkronen.

macht öfters Schwierigkeiten. Auch hier muß der Arbeiter den Rückstoß der Maschine zum Teil aufnehmen.

27. — Schrämkronen. Von besonderer Wichtigkeit für eine gute Schrämleistung ist das eigentliche Schrämwerkzeug: die Schrämkrone. Man braucht Schrämkronen mit drei bis sieben Schneiden (Abb. 135). Die dreischnei-

Digitized by Google

digen Kronen (*a* in der Abb. 135) zerkleinern die Kohle am wenigsten, indem diese in größeren Stücken abspringt. In einem engen Schram klemmen sie aber leicht fest, während die mehrschneidigen Kronen *b*—*d* und die Kreuzkronen *e* sich besser frei arbeiten. Besonders sind die vielspitzigen Kronen für zähe, mit Schwefelkies durchwachsene Kohle zu empfehlen. Auch gebraucht man Schrämkronen mit auswechselbaren Schneiden, die einzeln herausgeschlagen und durch andere ersetzt werden können.

Der Durchmesser der Schrämkronen schwankt zwischen 65 und 90 mm. Da sich beim Schrämen in der Regel ein gewisser Nachfall einstellt, beträgt die Schramhöhe gewöhnlich 75—120 mm.

28. — **Anwendung und Leistungen.** Von einem Aufstellungspunkte aus kann man mit einer Säulenschrämmaschine einen Schram von 4—5 m Breite und 2—3 m Tiefe herstellen. Ein geübter Arbeiter unterschrämt in der Stunde bequem 2—3 qm. In der achtstündigen Schicht werden mit Einschluß der Pausen 12—15, in einzelnen, besonders günstigen Fällen 20 qm und mehr erzielt. Besonders bewährt haben sich die Maschinen beim Auffahren von Strecken auf der Lagerstätte, da sich mit ihnen ein wesentlich beschleunigter Streckenvortrieb erzielen läßt. Man stellt die Spannsäule in der Mitte der Strecke auf und schrämt nun in der günstigsten Gebirgschicht die ganze Streckenbreite 1,5—2,0 m tief ab. Es pflegt dies einschließlich des Aufstellens und Abrüstens der Schrämeinrichtung 2—2½ Stunden zu dauern. Gleichzeitig können bereits die Bohrlöcher für die Sprengschüsse fertiggestellt werden. In der zweiten Hälfte der Schicht wird die Kohle hereingewonnen und gefördert und der Ausbau nachgeführt. Häufig sind auf diese Weise bei wesentlich gesunkenen Sprengstoffkosten die Leistungen um 70—80% gestiegen, so daß das Gedinge bei gleichem oder sogar höherem Verdienste der Leute nahezu auf die Hälfte des früheren herabgesetzt werden konnte. Wenn auch auf der anderen Seite der starke Preßluftverbrauch (s. Ziff. 80, S. 182) in die Wagschale fällt, den eine insgesamt etwa zwei Stunden lang fast ununterbrochen währende Arbeit der Maschine — bei einem Verbrauche von 2—3 cbm minutlich — im Gefolge hat, so bleibt doch oft der erzielte Vorteil recht bedeutend.

Unter besonders günstigen Verhältnissen hat man auf Zeche Holland bei Wattenscheid bei Herstellung eines Aufhauens in einem Flöze mit so starkem Einfallen, daß die nach dem Schrämen hereingeschossene Kohle von selbst nach unten abrutschte, mit Schrämmaschinenbetrieb sogar Streckenvortriebe von 8 bis 9 m täglich erzielt.

2. Fräsend wirkende Schrämmaschinen.

29. — **Einleitung. Kettenschrämmaschinen.** Die fräsend wirkenden Schrämmaschinen[1]) arbeiten mit Fräsketten, mit Schrämrädern oder mit Schrämstangen. In Deutschland haben sich bisher dauernd nur die Stangenschrämmaschinen eingebürgert, und zwar werden sie als Strebschrämmaschinen, die nach Abb. 136 einen langen Strebstoß bestreichen (vgl. Ziff. 30 u. f.), benutzt.

[1]) Verh. d. Internat. Kongresses für Bergbau usw. in Düsseldorf 1910, Abteilung Bergbau, S. 175 u. f.; Schember: Die Entwicklung der maschinellen Schrämarbeit usw.

Digitized by Google

Kettenschrämmaschinen sind hauptsächlich in Nordamerika verbreitet. Es sind zwei Unterarten zu unterscheiden, nämlich solche, die bei der Arbeit fest aufgestellt werden, und Strebschrämmaschinen. In beiden Fällen sind die arbeitenden Werkzeuge auf einer um einen Rahmen laufenden Kette angeordnet. Bei den fest aufgestellten Maschinen wird der Rahmen durch die Maschinenkraft senkrecht gegen den Arbeitstoß vorgeschoben und arbeitet sich in dieser Richtung in ihn ein. Die Arbeitsweise der Fräsketten-Strebschrämmaschine entspricht etwa der Abb. 136. Die Leistungen der Kettenschrämmaschinen sind zwar hoch. Wegen ihrer Schwere können sie aber nur bei flacher Lagerung gebraucht werden. Auch haben sie einen großen Raumbedarf, so daß gutes Hangendes für ihre Verwendung Vorbedingung ist.

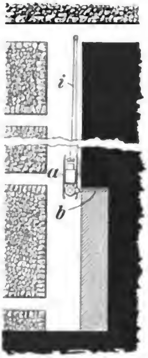


Abb. 136. Arbeitsweise der Strebschrämmaschinen.

30. — Radschrämmaschinen. Bei den Radschrämmaschinen ist das eigentliche Schrämwerkzeug ein Rad, auf dessen Umfang Fräser sitzen, die in den Kohlenstoß den Schram einschneiden. Abb. 137 zeigt eine solche Maschine nach dem System Garforth, wie sie z. B. auf Zeche Dorstfeld bei Dortmund längere Zeit benutzt wurde. Das Fräsrad ist an einer Eisenplatte, dem sog. Schmetterling, verlagert, die an dem Gestelle der Maschine befestigt ist und mit in den Schram hineinragt. Es wird durch ein kleines Zahnrad angetrieben, dessen Zähne in einen Speichenkranz des Rades eingreifen Der Motor ist im vorliegenden Falle eine zweizylindrige Preßluftmaschine,

Abb. 137. Radschrämmaschine von Garforth.

Digitized by Google

deren Zylinder auf den beiden Enden des Wagens gegeneinander versetzt angeordnet sind. Die Maschine fährt entsprechend Abb. 136 auf einem Schienengeleise am Arbeitstoß entlang. Diese Bewegung wird durch die Maschine selbst bewirkt, indem ein am Ende des Strebstoßes befestigtes Seil allmählich auf eine vorn an der Maschine angebrachte Seiltrommel auf- oder von dieser abgewickelt wird. Das Schrämrad hat einen Durchmesser von 1,6 m, aber die Schramtiefe beträgt, da ja ein Teil des Rades wegen des Antriebes außerhalb des Schrams verbleiben muß, nur etwa 1,25 m.

In einer 8stündigen Schicht können etwa 100 qm unterschrämt werden Störungen im Betriebe sind selten, solange Kohle und Dach gut stehen und die Lagerung regelmäßig ist. Brüchige Kohle und schlechtes Dach hindern dagegen den Betrieb sehr. Bricht nämlich die Kohlenbank zu frühzeitig herein, so wird das Rad festgeklemmt. Besonders unangenehm sind Unregelmäßigkeiten in der Lagerung, da alle kleinen Sprünge oder Falten durch Handarbeit überwunden werden müssen. Verlaufen diese Störungen diagonal, so kann auf eine größere streichende Erstreckung die Anwendung der Maschine unmöglich sein. Wegen dieser Schwierigkeiten, denen die im folgenden zu besprechenden Stangenschrämmaschinen besser gewachsen sind, hat man im deutschen Steinkohlenbergbau die Verwendung von Radschrämmaschinen wieder aufgegeben.

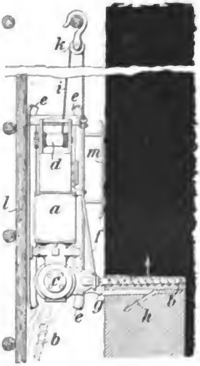


Abb. 138.
Stangenschrämmaschine.

31. — Stangenschrämmaschinen. Die in Deutschland zuerst benutzten Stangenschrämmaschinen stammten aus England und wurden unter dem Namen Pick-Quick-Maschinen bekannt. Die erste Maschine dieser Art wurde im Juli 1908 in Deutschland eingeführt und bald danach auf Grube Viktoria bei Louisenthal (Saar) in Betrieb gesetzt. Die Stangenschrämmaschine[1]) besteht im wesentlichen aus vier Teilen (Abb. 138): der eigentlichen Antriebsmaschine *a*, der Schrämstange *b* mit Vorgelege (Übertragungswerk), das im Kasten *c* untergebracht ist, der Haspelvorrichtung *d* und dem Schlitten *e*.

Die Antriebsmaschine kann mit Preßluft oder elektrischem Strom angetrieben werden (in den Abbildungen 138 und 139 ist eine Preßluftmaschine dargestellt). Die Leistung beträgt etwa 22 PS, wovon etwa 11 PS an der Schrämstange wirksam werden, 5 PS im Windwerk verbraucht werden und 6 PS im Getriebe verloren gehen. Bei den Preßluftmaschinen sind

[1]) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes. 1911, S. 358, und ebenda 1912, S. 389; Dr. Weise: Die Versuchsergebnisse mit der Preßluft- bzw. Drehstrom-„Pick-Quick"-Groß-chrämmaschine usw.; ferner — ebenda 1906, S. 321; Dr. Tübben: Die Verwendung von Schrämmaschinen usw.

Digitized by Google

hierfür etwa 1000 cbm vom Kompressor stündlich angesaugte Luft oder 100 PS Kompressorleistung (ohne Undichtigkeitsverluste im Leitungsnetze) erforderlich. Die aus bestem Stahl gefertigte Schrämstange ist im Schneckengange mit 35 Fräsern besetzt. Die schneckenförmige Anordnung bewirkt, daß die beim Schrämen entstehende Feinkohle wenigstens teilweise schon während der Arbeit aus dem Schram geschraubt wird. Die Schrämstange macht außer ihren Umdrehungen bei der Arbeit noch in ihrer Längsrichtung eine hin und her gehende Bewegung mit einem doppelt so weiten Ausschlag, als die Entfernung zwischen zwei Fräsern beträgt. Hierdurch wird erreicht, daß in dem Schram keine Rippen stehenbleiben und daß bei Bruch eines Fräsers dessen Arbeit von den Nachbarfräsern mitgeleistet werden kann. Die Schrämstange ist mittels eines drehbaren Übertragungswerkes um über 180° schwenkbar (Abb. 138), auch kann durch Stellschrauben die Stange etwas höher oder tiefer gelegt werden, um die

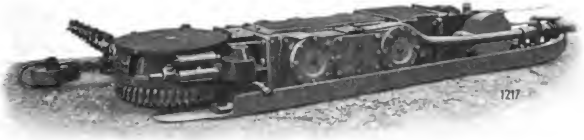


Abb. 139. Ansicht der Stangenschrämmaschine.

günstigste Schramschicht ausnützen zu können. In der Arbeitstellung der Maschine wird die Stange durch einen Arm *f* in der rechtwinkligen Stellung festgehalten, so daß das Übertragungswerk entlastet ist. Das Schramklein wird außer durch den Schneckengang der Schrämstange durch einen schräg auf der Stange *g* befestigten Räumer *h* aus dem Schrame entfernt.

Die Maschine wird durch eigene Kraft am Arbeitstoße entlang bewegt, indem sich das ausgespannte Seil *i* um die Haspeltrommel wickelt. Dadurch, daß das Seil unter der Maschine hindurchgeführt und die Rolle *k* auf der anderen Seite des Strebstoßes aufgestellt wird, kann die Maschine, ohne zu schwenken, auch rückwärts schrämen. Einer Unterlage als Gleitbahn bedarf die Maschine nicht, vielmehr gleitet sie mittels ihrer Schlittenkufen unmittelbar auf dem Liegenden. Das seitliche Ausweichen wird durch eine an der letzten Stempelreihe angeordnete Spurlattenleitung *l* (Abb. 138) verhindert, gegen die sich eine äußere Kufe *e* des Schlittens abstützt. In der Regel wird auch eine Abstützung gegen den Kohlenstoß in Gestalt eines angeschraubten kräftigen Bügels *m* vorgesehen.

Abb. 139 zeigt die Maschine in der Ansicht. Das Gewicht ist bei mittlerer Größe 1800 kg. Die hierbei erreichbare Schramtiefe ist etwa 1,3 m. Die Leistung beträgt wie bei der Radschrämmaschine etwa 100 qm in der 8stündigen Schicht. Die flache Höhe eines Schrämmaschinenstoßes kann je nach den Verhältnissen 50—200 m betragen.

Digitized by Google

32. — Die Anwendbarkeit der Stangenschrämmaschinen. Da die Schrämstange, wie in Ziff. 32 gesagt und in Abb. 138 angedeutet, um über 180° schwenkbar ist, kann sie an jeder beliebigen Stelle des Strebstoßes sich ohne weitere Hilfsmittel selbsttätig in die Kohle einarbeiten. Ebenso kann natürlich jederzeit die Stange aus dem Schram herausgeschwenkt werden, so daß dann die Maschine bei der Fortbewegung nur noch ihre eigene Breite als Raumbedarf beansprucht. Von dem Ein- und Ausschwenken der Schrämstange macht man gern Gebrauch, wenn z. B. im Strebstoße sich Störungen einstellen, die nicht mehr in der in Abb. 140 dargestellten Weise überwunden werden können, sondern ein Unterbrechen und ein Neuansetzen des Schrams notwendig machen. Man kann also solche Störungen leicht überwinden, indem man sie übergeht. Weiter ist ein besonderer Vorzug der Stangenschrämmaschinen die geringe Breite der Schrämstange. Ein Festklemmen der Stange durch die sich setzende Kohle ist nicht zu befürchten. Selbst wenn die Kohle einmal unmittelbar über der Stange abbrechen und sich auf diese setzen sollte, arbeitet sich die Stange selbst wieder frei. Die genannten Vorzüge begünstigen die Anwendbarkeit auch bei steilen Fallwinkeln. Tatsächlich sind Anwendungsfälle bei 43° Einfallen (Zeche Consolidation) und sogar bei 55° Einfallen (Zeche Schlägel und Eisen) bekannt geworden. Bei derartig starkem Einfallen nehmen aber die Schwierigkeiten schnell zu; die Maschine liegt nicht mehr genügend fest auf der Sohle, um die bei der Arbeit auftretenden Erschütterungen mit Sicherheit aufzunehmen; außerdem wächst die der Bedienung drohende Kohlenfallgefahr, und es entsteht schließlich die Gefahr des Abstürzens der Maschine selbst.

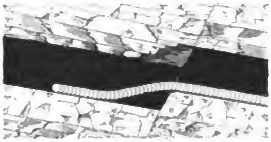


Abb. 140. Überwindung einer Störung mit der Stangenschrämmaschine.

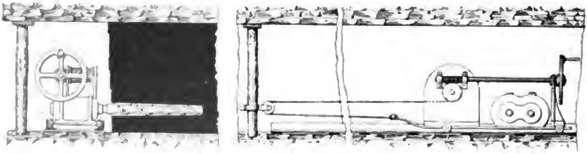


Abb. 141. Kohlenschneider der Westfalia A.-G., Gelsenkirchen.

33. — Kohlenschneider. Im Jahre 1922 hat die Maschinenfabrik Westfalia zu Gelsenkirchen eine neue, von ihr Kohlenschneider benannte, kleine Stangenschrämmaschine auf den Markt gebracht, zu der Bergassessor Dr.-Ing. Beissel die Anregung gegeben hat[1]). Zum Antrieb der nur 50—60 cm

[1]) Glückauf 1922, Nr. 14, S. 397 u. f.; Cloos: Der Kohlenschneider und seine Erprobung auf Schachtanlage Helene; — ferner ebenda, S. 410 u. f.; Verhandlungen des Ausschusses für Bergtechnik usw.

Digitized by Google

langen Schrämstange dient eine Drehkolbenmaschine (s. Abb. 159, S. 166) von 4—5 PS Leistung, die sich durch ihr im Verhältnis zur Leistung außerordentlich geringes Gewicht und durch gedrängte Bauart auszeichnet. Abb. 141 zeigt eine solche Schrämmaschine mit Schrämstange in zwei Ansichten. Zur Einleitung der Schrämarbeit drückt man den Kohlenschneider ähnlich wie eine Handdrehbohrmaschine gegen den Kohlenstoß, wobei die Schrämstange als Bohrer sich das erforderliche Loch selbst herstellt. Der Kohlenschneider gleitet während der Schrämarbeit auf einem 2 m langen, durch Winkel- und gelochte Flacheisen gebildeten Bette, auf dem er wie auf einer Zahnstange durch Knarre und Zahnrad mit Hand vorbewegt wird. Durch Verwendung zweier abwechselnd voreinander gelegten Betten (sog. Kletterbetten) kann der Schrämbetrieb ununterbrochen vor sich gehen, wobei das jeweilig benutzte Bett durch leichte Spannsäulen festgespreizt wird. Bei längeren Stößen kann man auch nach Abb. 141 mit Hand betätigten Seilzug anwenden.

Die ganze Maschine — ohne Seilzugtrommel und Kurbelgetriebe — wiegt nur 85 kg. Der Motor macht minutlich 1800 Umdrehungen, die durch ein Zahnradgetriebe auf 600 der Schrämstange herabgesetzt werden. Die Schnittgeschwindigkeit der Stange ist 0,3—1,0 m minutlich. In der 7 stündigen Schicht sind bis zu 70 qm unterschrämte Fläche erreicht worden.

34. — **Rück- und Ausblick.** Bei jeder Verwendung von Schrämmaschinen ist von vornherein für ausreichende Querschnitte der Preßluftleitungen zu sorgen. Der hohe Luftbedarf der dauernd arbeitenden Schrämmaschinen läßt sonst leicht den Luftdruck in den Leitungen unter das erträgliche Maß sinken, so daß nicht nur die Schrämarbeit selbst, sondern auch der Betrieb der von denselben Leitungen gespeisten Bohrmaschinen, Haspel- und Strahldüsen stark geschädigt wird.

Für den Streckenbetrieb sind wegen des in der Breite beschränkten, aber tiefen Schrames, der von einem festen Standpunkte aus hergestellt wird. die Säulenschrämmaschinen hervorragend geeignet. Sie leisten hierbei Vorzügliches und werden ihren errungenen Platz auch in Zukunft voll behaupten. Aber schon für das Breitauffahren von Strecken macht die alsdann erforderliche mehrfache Umstellung der schweren Säule Schwierigkeiten. Noch mehr ist dies im Abbau der Fall. Hier fehlt eine einfache und leichte Maschine, die einen Schram von geringerer Tiefe über eine Ortsbreite von vielleicht 10—20 m herzustellen in der Lage ist. Der Kohlenschneider scheint berufen. in diese Lücke einzuspringen.

Für beträchtliche Längen des Arbeitsstoßes, von etwa 50 m und darüber. kommen die großen Stangenschrämmaschinen in Betracht. Sie sind bei regelmäßiger Lagerung und flachem bis mittlerem Einfallen durchaus brauchbar und entsprechen den Anforderungen. Immerhin ist zu bedenken, daß dieser Schrämmaschinenbetrieb einer streng geregelten Arbeitseinteilung über drei Schichten bedarf (in solchem Betriebe sind etwa 25 Mann beschäftigt) und durch irgendwelche Störungen oder Unregelmäßigkeiten der Lagerung stark leidet. Zudem steht die 1800—2000 kg schwere und 3 m lange Maschine schon an der Grenze der Unhandlichkeit. Es bleibt deshalb eine gleich leistungsfähige, aber leichtere und anpassungsfähigere Maschine zu erstreben. Vielleicht erweist sich auch hier der mit dem Kohlenschneider beschrittene Weg als gangbar, indem der bisherige, allzu schwere Motor durch einen Drehkolben-

Digitized by Google

motor ersetzt und so die ganze Schrämmaschine leichter und handlicher gemacht wird. Man wird hierfür in vielen Fällen eine Verringerung der Schramtiefe in den Kauf nehmen können.

E. Hereintreibearbeit.

35. — **Allgemeines.** Die Hereintreibearbeit bezweckt die Gewinnung von Gesteins- und Kohlenmassen durch Abkeilen oder Abtreiben. In früheren Jahrhunderten, als man die Sprengarbeit noch nicht kannte, war das Hereintreiben mit Schlägel und Eisen die hauptsächlichste und wichtigste bergmännische Arbeit. An ihre Stelle ist später im wesentlichen die Sprengarbeit getreten. Immerhin kommt jene als Hilfsarbeit bei dieser noch mehr oder weniger regelmäßig zur Geltung. Außerdem wendet man die Hereintreibearbeit an, wenn die Zerklüftung der Gebirgstöße durch Sprengschüsse vermieden werden soll. Solche Fälle sind z. B. das Ausspitzen von Wider-

Abb. 142. Handfäustel.

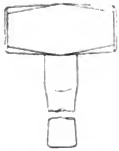


Abb. 143. Treibfäustel.

Abb. 144. Spitzkeil.

Abb. 145. Breitkeil.

lagern für Brand- und Wasserdämme, die Herstellung von ebenen Flächen für Pumpenträger und Keilkränze in Schächten und das nachträgliche Wegspitzen des Gebirges unter dem Fuße von Schachtmauerungen oder gußeisernen Schachtverkleidungen.

Besonders wichtig ist die Hereintreibearbeit für Schlagwettergruben. wenn es darauf ankommt, aus sicherheitlichen Gründen die Sprengarbeit zu ersetzen.

Für die genannten Arbeiten werden neuerdings mit hervorragendem Erfolge Abbauhämmer[1]) benutzt (s. Ziff. 17 u. f. dieses Abschnitts). Nur wo diese nicht anwendbar erscheinen, wird man noch auf die nachstehend beschriebenen Verfahren zurückgreifen.

36. — **Die Arbeit mit Fäustel und Keil.** Es ist dies in nahezu unveränderter Gestalt die uralte Arbeit mit Schlägel und Eisen. Der Schlägel trägt jetzt den Namen Fäustel; statt des mittels eines Stieles gehaltenen Eisens bedient man sich eines einfachen Keils.

Man unterscheidet Handfäustel, die einhändig, und Treibfäustel. die zweihändig gebraucht werden. Erstere (Abb. 142) sind 1—3 kg (im

[1]) Zeitschr. d. Oberschles. Berg- u. Hüttenm. Ver. 1910, Märzheft, S. 87 u. f. Gerke: Die Anwendung der Abbauhämmer usw.

Digitized by Google

Ruhrbezirk 2,5 kg) schwer, letztere (Abb. 143) erhalten ein größeres Gewicht (im Ruhrbezirk 5 kg). Die Handfäustel sind dieselben, wie sie für das schlagende Bohren mit Hand benutzt werden. Der Keil ist entweder ein gewöhnlicher Spitzkeil oder Fimmel (Abb. 144) oder ein Breitkeil (Abb. 145). Letzterer wird besonders bei deutlich ausgeprägten Schlechten im Gestein oder in der Kohle benutzt.

So unentbehrlich in vielen Fällen die Arbeit mit Fäustel und Keil ist, so wenig ist sie doch zur Hereingewinnung größerer Massen geeignet, weil ihre Leistungsfähigkeit zu gering ist und die Wirkung des Keiles sich immer nur auf verhältnismäßig kleine Gebirgsteile erstreckt.

37. — Treibkeile. Das einfachste Mittel, die Wirkung des Keiles zu erhöhen, ist die Verwendung von sog. Legeisen. Die Legeisen sind Eisenbleche oder kurze Eisenplatten, die in einen mit der Keilhaue oder mit Fäustel und Fimmel hergestellten Schlitz gesteckt werden. Zwischen sie wird der Breitkeil eingetrieben, der so weniger Reibung findet, als wenn er unmittelbar in die Kohle oder das Gestein selbst eindringen muß.

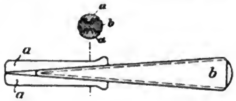


Abb. 146. Treibkeil.

Lassen sich mit Bohrmaschinen genügend weite, runde Löcher herstellen, so verwendet man Treibkeile, die der Form des runden Bohrlochs angepaßt sind (Abb. 146). Solche Keile haben 40—60 mm Durchmesser.

Die Keile der englischen Hardy Pick Co. sind fünfteilig. Ihre Anwendung setzt ein 55 mm weites Bohrloch voraus. Zuerst werden die beiden halbrunden, äußeren Legekeile mit dem dicken Ende nach vorn eingeführt, zwischen die sodann das zweite Paar gleichzeitig eingetrieben wird. Schließlich folgt der mittlere Plattkeil. Da die Keile sehr schlank sind, besitzen sie eine große Treibkraft.

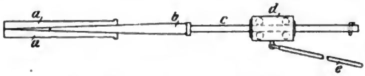


Abb. 147. Rammkeil von François.

38. — Rammkeil von François. Um beim Eintreiben des Keiles eine kräftige Schlagwirkung zu erzielen, versieht François seine Keile (Abb. 147) mit einer Rammvorrichtung, die an dem zwischen die Außenbacken *a a* einzutreibenden Keile *b* selbst angebracht ist. An diesen ist hinten eine viereckige Stange *c* als Gleitbahn angeschweißt, auf der ein kleiner Rammbär *d* auf Rollen hin und her laufen kann. Dieser wird mittels einer Stange bewegt und nach vorn gegen den Eintreibekeil geprellt. In Belgien hat man mit solchen Keilen viel, aber wirtschaftlich unbefriedigend gearbeitet. Mehrere Versuchsreihen, die zu verschiedenen Zeiten und auf verschiedenen Gruben mit diesen Geräten durchgeführt wurden, ergaben z. B. beim Streckennachreißen einen täglichen Arbeitsfortschritt von 1,34 m bei 4,64 Fr. Kosten gegenüber 1,88 m Arbeitsfortschritt und 3,55 Fr. Kosten bei Benutzung von Sprengstoffen.

39. — Bosseyeuse von Dubois und François. Im Lütticher Kohlenbecken hat man stellenweise gute Erfolge mit der Bosseyeuse der Firma

Digitized by Google

Dubois & François erzielt, die sogar wegen der besonderen Schlagwettergefahr für Querschlagarbeiten benutzt worden ist. Bei dieser Vorrichtung wird der Keil auch eingerammt, aber nicht durch die Kraft des Arbeiters, sondern mittels Preßluft. Mit einer gewöhnlichen Stoßbohrmaschine wird zunächst ein genügend tiefer Schram hergestellt und sodann in entsprechender Entfernung ein Bohrloch von 80—100 mm Durchmesser gebohrt. In das Bohrloch schiebt man die Keilbacken. Man ersetzt nun an der Bohrmaschine den Meißelbohrer durch einen Rammklotz und treibt durch die so umgestaltete Maschine den Eintreibekeil in das Loch. In wirtschaftlicher Beziehung konnten die Leistungen freilich auch hier nicht befriedigen. Beim Querschlagbetriebe haben z. B. die tägliche Leistung 29% weniger und die Kosten 43% mehr gegenüber Leistung und Kosten bei Verwendung von Dynamit betragen.

40. — Schraubenkeile, hydraulische Keile. Eine andere Gruppe von Keilvorrichtungen sind diejenigen, bei denen man die mechanisch sehr wirksame Verbindung von Keil und Schraubenspindel ausnutzt. Solche Keile sind zwar bei nicht allzu großer Vorgabe brauchbar, haben aber in wirtschaftlicher Beziehung mit der Sprengarbeit ebenfalls nicht in Wettbewerb treten können.

Bei der Levetschen Keilvorrichtung endlich lag der eigentliche Keil mit seinem dicken Ende im Bohrlochtiefsten zwischen zwei Außenbacken und wurde durch hydraulischen Druck unter Verwendung einer Preßpumpe mittels eines mit dem Keile verbundenen Kolbens und Zylinders herausgezogen. Die Keilvorrichtung gestattete zwar eine große Kraftentfaltung, war dafür aber auch recht unhandlich und schwer.

41. — Höchstdruck und Hub der Keile. Bei den bedeutenden Reibungsverlusten, die alle besprochenen Keilvorrichtungen besitzen, wird man unter Berücksichtigung der Größe der aufeinander gleitenden Flächen und deren zulässiger Belastung annehmen können, daß etwa nur ein Höchstdruck von 30000—40000 kg erzielbar ist. Der Hub beträgt 2—3 cm. Für manche Kohlen genügt ja eine solche Kraftentfaltung und solcher Hub, jedoch ist dies vielfach nicht der Fall. Für harte Kohle ist der Höchstdruck und für weiche Kohle der Hub zu gering, um ein Ablösen der Vorgabe zu bewirken.

42. — Druckwasser-Abtreibevorrichtungen. Eine besondere Gattung von Abtreibevorrichtungen beruht auf der Wirkung der Druckwasserpresse. Hier wird jedoch der Wasserdruck nicht wie beim Levetschen Keil dazu benutzt, eine Keilvorrichtung in Bewegung zu setzen, sondern er wird unmittelbar auf das Gebirge übertragen[1]). Das hat den Vorteil, daß die hohen Reibungsverluste der unter starkem Druck bei zumeist ungenügender Schmierung aufeinander bewegten Keilflächen in Wegfall kommen. Tatsächlich sind somit höhere Drücke erzielbar.

Eine solche „Sprengpumpe" besteht aus einer Anordnung von acht parallelen hydraulischen Preßkolben, die im zusammengeschobenen Zustande in das etwa 100 mm weite Bohrloch eingeführt werden. Durch Betätigung einer Pumpe werden die Kolben aus ihren Zylindern getrieben, wobei der

[1]) Glückauf 1907, Nr. 31, S. 957; Mentzel: Hereingewinnung unterschrämter Kohlenstöße mittels hydraulischer Sprengarbeit auf Gruben des Saarbezirks.

Digitized by Google

erzeugte Druck unmittelbar auf das Gestein oder die Kohle wirkt. Die Sprengpumpe hat bei Abbrucharbeiten über Tage, wo es darauf ankam, Sprengungen zu vermeiden, mehrfach mit Vorteil Anwendung gefunden. Unter Tage hat sie sich bisher nicht dauernd einbürgern können, namentlich weil es bei den hohen angewendeten Drücken, die unter Umständen bis 600 Atm. stiegen, schwierig war, die Dichtungen zwischen Kolben und Zylindern und in den sonstigen Verbindungen betriebsfähig zu erhalten.

43. — Anwendbarkeit der Keile und Abtreibevorrichtungen im allgemeinen. Eine Hauptbedingung für die erfolgreiche Anwendung von Keilen und Abtreibevorrichtungen ist die Herstellung eines genügend tiefen Schrames oder das Vorhandensein von freien Flächen, wie sie sich z. B. beim Streckennachreißen und manchmal beim Abbau ohne weiteres ergeben. Man kann wohl „aus dem Vollen" schießen; es ist aber unmöglich, in entsprechender Weise mit Keilen oder Abtreibevorrichtungen wirtschaftlich zu arbeiten. Überdies muß man beachten, daß keine mechanische Vorrichtung genügende Festigkeit besitzt und hinreichenden Druck erzeugen kann, um das geschlossene, gesunde Gebirge auseinander zu reißen. Wenn man mit solchen Vorrichtungen Erfolge erzielen will, so müssen natürliche Kluft- oder Schichtflächen mit guten Lösungen vorhanden sein. Auf diesen Flächen des geringeren Zusammenhaltes kann es gelingen, die Schichten nach dem Schram hin aufzuspalten und auseinander zu treiben. In weicher Kohle versagen die Keile, weil sich die Backen ohne Erfolg eindrücken. Es ist deshalb bisher nur ausnahmsweise möglich gewesen, die Sprengarbeit mit wirtschaftlichem Nutzen durch Abtreibevorrichtungen zu ersetzen.

44. — Hereingewinnung durch unmittelbaren Wasserdruck[1]). Allgemeines. Das schon im Jahre 1890 von Meißner angegebene Verfahren der Tränkung von Kohlenstößen durch Druckwasser sollte zunächst lediglich die Kohlenstaubgefahr bekämpfen. Es geht von dem Gedanken aus, die Staubbildung überhaupt zu verhüten, indem der Staub noch vor der Entstehung, also schon im Flöze selbst, unschädlich gemacht wird. Zu diesem Zwecke bohrt man in die demnächst zu gewinnenden Kohlenstöße Löcher von etwa 1 m Tiefe. In diese wird durch einen abdichtenden Verschluß ein Eisenrohr eingeführt, das mit der Druckwasserleitung verbunden wird. Man läßt nun durch die Rohre Wasser mit 10—20 Atm. Druck in die Bohrlöcher eintreten, das ungefähr sechs bis acht Stunden lang auf die Kohle einwirkt. Es dringt auf den feinsten Klüften und Spalten in die Kohle ein und durchfeuchtet sie so weit, daß bei der danach erfolgten Gewinnung kein Staub mehr fällt.

Bei günstiger Beschaffenheit der Kohle ist das Verfahren in der beschriebenen Weise und mit dem gewünschten Erfolge durchführbar. Bei sehr harter Kohle aber dringt das Wasser nicht in nennenswertem Maße in die Kohle ein, so daß diese schon in geringerer Entfernung vom Bohrloche trocken bleibt. Bei klüftiger Kohle entweicht das Wasser zu schnell, ohne die Kohle genügend zu durchfeuchten.

---

[1]) Verh. d. Internationalen Kongresses für Bergbau, Hüttenwesen usw. in Düsseldorf 1910, Abt. Bergbau, S. 234; Trippe: Über Stoßtränken und hydraulische Kohlensprengung in Steinkohlenflözen usw.

Digitized by Google

Das Verfahren kann weiter auch zur Lockerung und Lösung der anstehenden Kohle, also zur Hereingewinnung, benutzt werden, wenn man tiefere Löcher, eine bessere Abdichtung und höhere Wasserdrücke anwendet.

45. — **Die Arbeitsweise.** Die Löcher werden etwa rechtwinklig zum Arbeitstoße angesetzt und 2—3 m tief abgebohrt. Danach wird das Wasserzuführungsrohr mit der Abdichtungsvorrichtung eingeführt. Als beste Abdichtung hat sich die von Bergassessor Trippe auf Zeche Dorstfeld benutzte mittels Gummikörpers bewährt. Auf dem vorderen Ende des Druckwasserrohres *a* (Abb. 148) ist ein Bund *b* angebracht, der für den 10 cm langen Gummikörper *c* ein Widerlager bildet; das hintere Ende besitzt bei *d* Schraubengewinde. Über das Druckrohr *a* ist ein äußeres Rohr *e* geschoben, das mittels der mit Handgriffen versehenen Schraubenmutter *f* mehr oder weniger gegen den Gummikörper gepreßt werden kann. Dieser wird beim Anziehen der Schraube durch den Druck des Rohres *e* aufgetrieben und wasserdicht schließend gegen die Bohrlochwandung gepreßt.

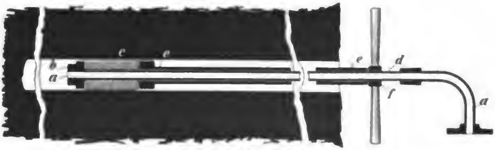


Abb. 148. Bohrlochabdichtung nach Trippe, Zeche Dorstfeld.

Zur Einführung des Wassers bedient man sich der Berieselungsleitung, mit der das Einführungsrohr durch einen Schlauch verbunden wird. Voraussetzung ist, daß in der Berieselungsleitung der erforderliche Wasserdruck zur Verfügung steht. Die Verwendung von Handdruckpumpen zur Erzeugung des Wasserdruckes ist wenig empfehlenswert, weil die Arbeit des Pumpens die Leute sehr anstrengt und weil in der Regel eine für einen so hohen Druck gebaute Pumpe zu wenig Wasser liefert. Die Wirkung des auf den Kohlenstoß drückenden Wassers macht sich bei günstigen Verhältnissen bald durch ein Knistern, Reißen, Brechen und zuweilen lautes Knallen in der Kohle bemerkbar, bis nach einiger Zeit das Wasser in Tropfenform an dem Stoße ausschwitzt und auf den sich öffnenden Schlechten und Lösen ausfließt. Alsdann ist die Tränkung beendet, und das Druckwasser wird abgestellt. Die Dauer dieser Einwirkung beträgt 10, 20, 30, 40 Minuten bis zu mehreren Stunden. Das Gefüge der Kohle ist nun bis zu einer Entfernung von 2—3 m vom Bohrloche so weit gelockert, daß sie mit Handarbeit gewonnen und die Sprengarbeit völlig vermieden oder doch stark eingeschränkt werden kann.

Oberingenieur Mack hat vorgeschlagen, das Verfahren weiter dadurch zu verbessern, daß man auf die Wasserfüllung des Bohrlochs eine plötzliche Drucksteigerung wirken läßt. Betriebsmäßig ist jedoch das Verfahren noch nicht eingeführt [1]).

[1]) Zeitschr. d. Ver. Deutsch. Ing. 1922, Nr. 24, S. 628; Herbst: Die maschinelle Gewinnung und Förderung im Steinkohlenbergbau unter Tage.

Digitized by Google

46. — Vor- und Nachteile. Das Verfahren hat zunächst die mit der Unterdrückung der Schießarbeit verbundenen Vorteile, die auch die oben besprochenen Hereintreibevorrichtungen besitzen. Im vorliegenden Falle kommt hinzu, daß die Staubbildung vermieden wird, so daß nicht allein die sicherheitlichen, sondern auch die gesundheitlichen Zustände der Grube verbessert werden. Außerdem ist das Verfahren häufig bei weitem leistungsfähiger und wirkungsvoller als die übrigen Ersatzmittel der Sprengarbeit.

Nachteilig ist anderseits zunächst, daß das Verfahren nicht auf allen Flözen und an den verschiedenen Betriebspunkten gleichmäßig verwendbar ist. Die Kohle muß porös, darf aber nicht klüftig sein, weil sonst das Wasser ohne besondere Wirkung abläuft. Am besten bewährt sich die Tränkung auf den Fettkohlenflözen, während sie in der harten, aber klüftigen Gaskohle in der Regel versagt. Es ist auch vorgekommen, daß auf einem bestimmten Flöze stellenweise Erfolge mit dem Verfahren erzielt wurden, während es an anderen Stellen ohne Wirkung versucht wurde[1]). Besonders ungünstig liegen die Verhältnisse, wenn das Wasser infolge der Natur des Gebirges in das Nebengestein eindringen und dieses aufweichen kann. In solchen Fällen kann eine starke Beunruhigung des Gebirges und Verunreinigung der Kohle die Folge sein.

Trotzdem das Verfahren in einzelnen Fällen sich in mehrjährigem Betriebe bewährte, hat man es schließlich doch wieder fallen lassen, weil die Wirkung nicht sicher genug war und die Leute ungern damit arbeiteten.

III. Sprengarbeit.

47. — Geschichtliches. Die Erfindung der Sprengarbeit — d. i. der Benutzung einer im Bohrloche eingeschlossenen Sprengladung zur Loslösung des Gebirges — ist einer der Marksteine in der Entwicklung menschlicher Kultur. Der heutige Bergbau beruht zum allergrößten Teile auf dem Gebrauche und der Verwendung der Sprengstoffe. Die erste sichere Nachricht über die Verwendung des schon einige Jahrhunderte früher bekannten Pulvers zur Sprengarbeit findet sich in einer Niederschrift des Schemnitzer Berggerichtsbuches vom 8. Februar 1627, wonach ein Tiroler Bergmann, namens Kaspar Weindl, an diesem Tage im Oberbiberstollen bei Schemnitz in Ungarn die erste Sprengung durchgeführt hat. Bald darauf wurde die Sprengarbeit auch in anderen Bergwerksbezirken eingeführt.

Bis 1865 wurde für die Sprengarbeit allein das Schwarzpulver benutzt. Zwar war schon 1845 von Schönbein die Schießbaumwolle und 1847 von Sobrero das Sprengöl (Nitroglyzerin) erfunden. Aber erst im Jahre 1864 fand Nobel, daß das Sprengöl im Bohrloche durch Aufsetzen einer Pulverladung oder einer Sprengkapsel zur Explosion gebracht werden kann. Nobel erfand weiter 1866 das Gurdynamit und 1878 die Sprenggelatine. In der Mitte der 1880er Jahre erschienen die ersten Sicherheitsprengstoffe, die jetzt Wettersprengstoffe genannt werden, auf dem Markte.

[1]) Glückauf 1911, Nr. 27, S. 1053 u. f.; Meißner: Neue Erfahrungen mit dem Stoßtränkverfahren auf der Zeche Consolidation; — ferner ebenda 1911, Nr. 28, S. 1097 u. f.: Quiring: Neuere Versuche mit dem Stoßtränkverfahren usw.

Digitized by Google

Ähnlich wichtig wie die Vervollkommnung der Sprengstoffe war die Einführung der **maschinellen Bohrarbeit.** Die Erfindung der Bohrmaschinen fällt in die zweite Hälfte der 50er Jahre des vorigen Jahrhunderts. Im größeren Maßstabe wurden Bohrmaschinen seit 1861 beim Mont Cenis-Tunnel benutzt. Es handelte sich um Maschinen von Sommeiller. Ihre Einführung hatte zur Folge, daß der 12,2 km lange Tunnel in der Hälfte der veranschlagten Zeit (im Jahre 1870) fertiggestellt wurde.

A. Herstellung der Bohrlöcher.

48. — **Allgemeines.** Die Herstellung der Bohrlöcher erfolgt drehend, stoßend oder schlagend. Das drehende Bohren erscheint insofern vorteilhaft, als es die mit dem Zurückziehen der Bohrer oder Bohrmaschinenteile unvermeidlich verbundenen Arbeitsverluste, die auf annähernd 50% geschätzt werden können, vermeidet. Auch ist der Verschleiß und die Ausbesserungsbedürftigkeit bei den drehenden Bohrmaschinen geringer als bei den stoßenden und schlagenden. Trotzdem besitzen diese im harten Gestein eine unzweifelhafte Überlegenheit, weil der erforderliche Druck des Bohrmeißels gegen das Gestein einfacher durch Stoß oder Schlag als durch Dauerwirkung erzielt werden kann.

a) Drehendes Bohren.

49. — **Vorbemerkung.** Wenn man von der Diamantbohrung (s. Ziff. 65) absieht, so muß beim drehenden Bohren das Werkzeug während der Arbeit so stark gegen das Gestein gedrückt werden, daß die Schneiden fassen können. Das drehende Bohren wendet man hauptsächlich in weicheren Gebirgschichten an, ohne aber damit auf diese beschränkt zu sein, da auch in den härtesten Gesteinen drehend gebohrt werden kann.

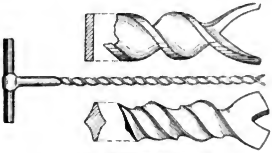


Abb. 149. Schlangenbohrer.

Man bohrt entweder mit Hand oder aber mittels Maschinenkraft.

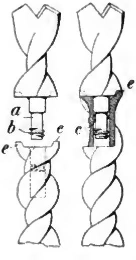


Abb. 150.
Einsatzschneide.

50. — **Der Schlangenbohrer.** Zum drehenden Bohren benutzt man fast ausschließlich den Schlangenbohrer (Abb. 149). Dieser ist aus einer stählernen Stange mit rechteckigem oder rautenförmigem Querschnitt nach Art eines Holzbohrers spiralförmig gewunden. Erstere Form schafft das Bohrmehl besser aus dem Loche, letztere verdreht sich weniger leicht, ist also fester und für härteres Gestein geeigneter. Der arbeitende Teil des Schlangenbohrers wird bei mildem Gebirge durch zwei lang ausgezogene Spitzen (s. Abb. 149 oben), bei festem durch zwei unter einem stumpfen Winkel gegeneinander geneigte Schneiden (s. Abb. 149 unten) gebildet.

Die starke Abnutzung der Bohrerschneiden bei der maschinellen Bohrarbeit macht die Verwendung von

Digitized by Google

Einsatzschneiden erwünscht. Die Abb. 150 zeigt eine vom Betriebsführer Vullride zu Berka (Werra) angegebene Einsatzschneiden-Befestigung. An der Einsatzschneide befindet sich ein abgesetzter Schaft *a* mit einem auf dem dünnen Ende befindlichen, kurzen Gewindestück *b*, der in eine Bohrung mit entsprechendem Muttergewinde *c* gesteckt wird, indem man das Gewindestück durch das Muttergewinde hindurchschraubt. Eine Lösung kann bei Rechtsdrehung des Schlangenbohrers nicht eintreten, da das Gewinde gleichsam als Bund wirkt. Im übrigen ist das Gewinde völlig entlastet; das Mitnehmen der Einsatzschneide durch den Schlangenbohrer bei der Bohrarbeit geschieht durch die Ohren *ee*. Ähnliche Einsatzschneiden werden von allen Bohrmaschinenfirmen geliefert.

Die Einsatzschneiden werden zur Erhöhung der Haltbarkeit aus bestem Werkzeugstahl gefertigt. Dauerversuche auf Kalisalzgruben haben ergeben, daß mit Einsatzschneiden die Bohrleistung um 30—40% höher ist als mit gewöhnlichen Schlangenbohrern[1]). Hierzu kommt die Annehmlichkeit, daß man nicht die langen Bohrer, sondern nur die kurzen Schneiden täglich zur Schmiede zu bringen braucht.

1. Drehendes Bohren mit Hand ohne und mit Benutzung von Handbohrmaschinen.

51. — Ausführung der Bohrarbeit. Am hinteren Ende des Schlangenbohrers ist das Auge angeschmiedet, durch das ein Holzgriff gesteckt wird. An Stelle des Griffes benutzt man auch Kurbeln. Der erforderliche Druck kann (Abb. 151) mittels eines drehbar auf der Kurbel *b* sitzenden Brustbleches *a*, gegen das sich der Arbeiter mit der Brust lehnt, erzeugt werden.

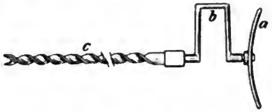


Abb. 151. Schlangenbohrer mit Kurbel und Brustblech.

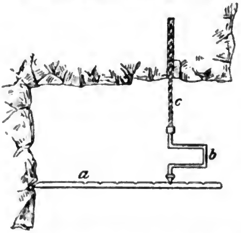


Abb. 152. Schlangenbohrer mit Kurbel und Bohreisen.

Viel angewandt wird das Bohren mit dem Bohreisen (Abb. 152). Es ist dies ein Flachkeil, der mit einer Spitze gegen einen Gesteinsvorsprung gesetzt wird. Das Bohreisen trägt als Widerlager für die Endspitze der Kurbel einzelne Aushöhlungen. Bei der Arbeit wird das freie Ende des Bohreisens und damit die Kurbel gegen das Gestein gedrückt, während die Kurbel gedreht wird. Entsprechend dem Tieferwerden des Bohrloches sucht man für die Spitze des Bohreisens neue Stützpunkte.

[1]) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes. 1914, S. 91; Versuche und Verbesserungen; — ferner Kali 1913, Nr. 24, S. 603; Mänicke: Die Verwendung von auswechselbaren Bohrschneiden usw.

Digitized by Google

52. — Leistungen. Die Leistungen des drehenden Handbohrens mit dem Schlangenbohrer sind sehr gut, solange der vom Arbeiter ausgeübte Druck von etwa 10—20 kg für das Eingreifen der Bohrerschneide in das Gebirge genügt. Auf 1 m Bohrloch kann man unter solchen Verhältnissen 10—30 Minuten Bohrzeit rechnen. Greift die Schneide bei dem angegebenen Drucke nicht mehr ein, so kann man bei sonst günstigem Gebirge zur Verwendung von Handbohrmaschinen übergehen.

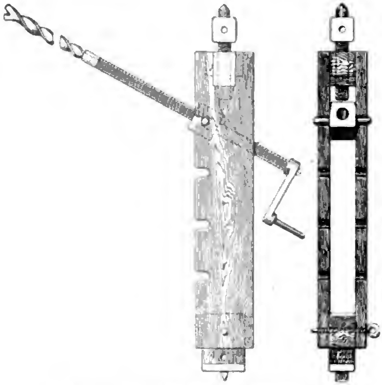


Abb. 153. Handbohrmaschine einfachster Art.

53. — Handbohrmaschinen. Durch die Entwickelung der Bohrhämmer (S. 190 u. f.) und der Freihand-Drehbohrmaschinen (S. 165 u. f.) haben die sogenannten Handbohrmaschinen wesentlich an Bedeutung verloren. Sie werden jetzt im wesentlichen nur noch dort angewandt, wo weder Druckluft noch Elektrizität als Kraftmittel zur Verfügung stehen. Die Handbohrmaschinen haben ihren Namen daher, daß bei ihnen einfache Kraftübertragungen (Schrauben, Hebel u. dgl.) zwischen Hand und Bohrer eingeschaltet werden. Zur Erzielung eines höheren Bohrdruckes, als er beim gewöhnlichen Handbohren erzeugt werden kann, werden die Handbohrmaschinen zwischen dem Gebirgstoß und einem festen Widerlager eingespannt.

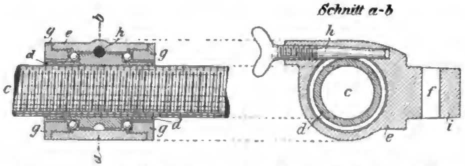


Abb. 154. Germania-Bohrmaschine von H. Korfmann jr. in Witten.

Die einfachste Handbohrmaschine (Abb. 153) besteht aus einer den Schlangenbohrer tragenden Schraubenspindel und der Schraubenmutter, die mit 2 Zapfen in das als Widerlager dienende Gestell eingehängt wird. Die Schraubenspindel wird mittels Kurbel oder einer Bohrratsche (Knarre) gedreht. Die Kurbel ist bei genügendem Raum bequemer und läßt sich

schneller drehen, während die Knarre die Maschine unmittelbar am Stoße aufzustellen und, da sie einen größeren Hebelarm zuläßt, einen höheren Druck auszuüben gestattet. Mit jeder Umdrehung schiebt sich die Schraubenspindel mit dem Schlangenbohrer soviel voran, wie die Gewindesteigung beträgt. Man bemißt den Vorschub auf 2½—5 mm auf eine Umdrehung.

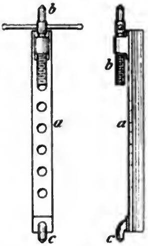


Abb. 155. Einseitiges, gekröpftes Gestell für Handbohrmaschinen.

Vielfach hat man auch die Mutter zweiteilig eingerichtet, so daß die beiden Teile aufgeklappt oder voneinander bewegt werden können. In solchem Falle wird zum Zwecke des Bohrerwechsels die Spindel einfach zurückgezogen.

Um den Vorschub besser, als es allein durch die gewählte Höhe der Gewindesteigung geschieht, der wechselnden Härte des Gesteins anpassen zu können, hat man die Vorschubmutter nicht fest, sondern drehbar verlagert, wobei sie jedoch durch eine Bremskraft festgehalten wird, die durch den bei größerer Gesteinshärte eintretenden Gegendruck überwunden wird. Die Spindel schiebt sich dann nur um das Maß des Unterschiedes zwischen ihrer und der Mutter Drehung vor.

Diese Vorschubregelung wird durch Abb. 154 veranschaulicht, wonach die Bremsung der auf Kugeln im Gehäuse *eg* verlagerten Mutter *d* durch Vorschrauben der konischen Spindel *h* erfolgt. Bemerkenswert an der Maschine ist noch, daß sie mittels nur eines Zapfens *i* in einem gekröpften Gestelle (Abb. 155) befestigt wird.

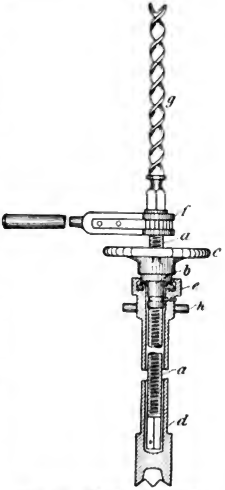


Abb. 156. Handbohrmaschine Westfalia mit Handrad.

54. — **Verlagerung der Handbohrmaschinen in Standrohren und Maschinenhaltern.** An Stelle der Befestigung der Maschine im Gestell zieht man häufig die Verlagerung in einem Standrohre vor, das mit dem Fuße gegen ein beliebiges Widerlager, z. B. eine Kappe, einen Stempel oder dergl., abgestützt wird. Abb. 156 zeigt eine solche Anordnung. Die Vorschubmutter *b* ist frei drehbar unter Zwischenschaltung eines Kugellagers auf das Lagerstück *e* des Standrohres gesetzt, das an seinem unteren Ende einen gezackten Fuß besitzt. Die Vorschubregelung geschieht im vorliegenden Falle dadurch, daß der Bergmann das mit der Mutter *b* fest verbundene Handrad *c* mit der linken Hand festhält und nur bei zu starkem Gesteinswiderstande freigibt, um den Bohrer ohne Vorschub sich wieder frei arbeiten zu lassen.

Digitized by Google

Die Standrohrverlagerung wird allgemein in Aufbrüchen angewandt, hat sich aber auch in Streckenbetrieben und Abbauen bewährt, da ein geeignetes Widerlager für den Standrohrfuß in der Regel leicht hergerichtet werden kann.

In den Vereinigten Staaten von Nordamerika ist die Bohrarbeit mit Maschinenhaltern viel verbreitet, die in dem Ortstoße selbst befestigt werden (Abb. 157). Neben dem zu bohrenden Loche wird zunächst ein 12 bis 15 cm tiefes Befestigungsloch gebohrt, in das der Fuß des Maschinenhalters *c* gesteckt und durch Eintreiben eines Keils *d* festgeklemmt wird. An dem freien Ende ist der gabelförmige Halter *e* zwecks Aufnahme der eigentlichen Bohrmaschine befestigt. Bei uns haben sich die Maschinenhalter noch nicht einbürgern können. Allerdings erfordern die Herstellung der Befestigungslöcher und das Festmachen der Halter darin einige Übung.

55. — **Leistungen.** 1 m Bohrloch läßt sich mit Handbohrmaschinen in mildem Gebirge (Tonschiefer, Kohle) in 5—10 Minuten, in festeren

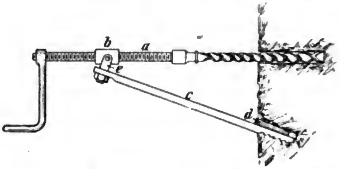


Abb. 157. Maschinenhalter mit Handbohrmaschine.

Schichten (z. B. Sandschiefer) in 10—20 Minuten reiner Bohrzeit (d. h. ohne Anrechnung der Zeit für Aufstellen und Fertigmachen der Bohreinrichtung und ohne Berücksichtigung der unvermeidlichen Arbeitspausen) abbohren. Insoweit dies nicht gelingt, wird man meistens zweckmäßig eine andere Art der Bohrarbeit wählen, weil in solchem Falle das Gestein für Handbohrmaschinen bereits zu hart ist. In mittelfestem Sandstein pflegen die Handbohrmaschinen schon zu versagen.

2. Drehendes Bohren mit mechanisch angetriebenen Bohrmaschinen.

α) *Drehbohrmaschinen mit Preßluftantrieb.*

Der Motor einer Preßluft-Drehbohrmaschine ist entweder auf einem besonderen Wagen aufgestellt oder unmittelbar an die eigentliche Bohrmaschine angebaut.

56. — **Maschinen mit fahrbarem Motor.** Steht der Motor auf einem Wagen, so können Zylinder und Kolbenfläche groß genug bemessen werden, daß der Motor ohne Übersetzung ins Langsame die Bohrmaschine anzutreiben imstande ist (Abb. 158). Der Motor *M* wird zweckmäßig so aufgebaut, daß die von ihm angetriebene Kurbelwelle *K* etwa in der Mitte der Streckenhöhe liegt, um von hier aus annähernd gleichmäßig den Arbeitstoß in der unteren und oberen Hälfte beherrschen zu können. Die eigentliche, an einem Gestell *G* befestigte Bohrmaschine *B* entspricht in der Bauart und

Digitized by Google

Wirkungsweise den Handbohrmaschinen, nur ist sie kräftiger und größer gebaut. Bohrmaschine und Kurbelwelle des Motors pflegen durch eine Doppelgelenkstange *St*, an deren Stelle auch eine biegsame Welle treten kann, miteinander verbunden zu sein. Durch das Vorrücken der Bohrspindel wird der Motorwagen selbsttätig auf den Schienen nachgezogen.

Eine solche Bohreinrichtung ist sehr wenig ausbesserungsbedürftig und ist, solange die Festigkeit des Gebirges diejenige des gewöhnlichen Sandschiefers nicht übersteigt, außerordentlich leistungsfähig. In etwa 10 Minuten reiner Bohrzeit läßt sich in solchem Falle ein Loch von 1 m Tiefe in der Regel bequem herstellen. Nachteilig ist, daß die losgeschossenen Berge

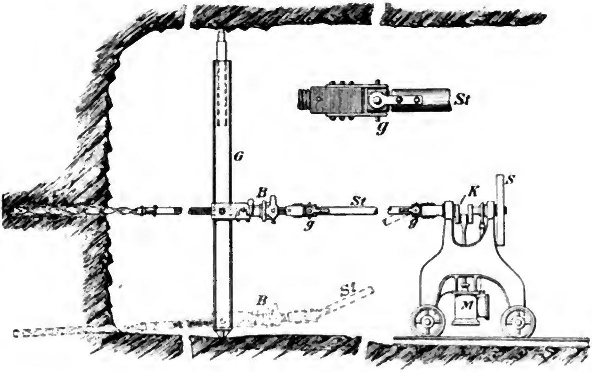


Abb. 158. Drehbohrmaschine mit fahrbarem Motor.

völlig weggefördert sein müssen, ehe mit dem Bohren der neuen Löcher begonnen werden kann. Lästig ist ferner die Größe und der Umfang der ganzen Bohreinrichtung, da die Gelenkstange allein schon, um nicht allzu scharfe Ablenkungswinkel in den Gelenken zu erhalten, etwa 2 m lang sein muß. Die Kosten der Gesamteinrichtung stellen sich auf ungefähr 2000 *M*. Derartige Bohranlagen eignen sich daher nur für größere Arbeiten, z. B. für Querschlagbetriebe, für die sie sich verschiedentlich gut bewährt haben.

57. — **Maschinen mit angebautem Preßluftmotor. Freihand-Drehbohrmaschinen.** Billiger, einfacher und handlicher werden die Maschinen, wenn man den Motor unmittelbar an die eigentliche Bohrmaschine anbaut. Die ersten derartigen Maschinen ließ man durch ein Gestell oder eine Spannsäule tragen. Später gelang es, die Maschinen so leicht zu bauen, daß der Arbeiter selbst sie halten und während der Bohrarbeit handhaben kann. Diese „Freihand-Drehbohrmaschinen" haben in den letzten

Digitized by Google

Jahren eine schnelle Verbreitung gefunden.[1]) Sie zeichnen sich gegenüber den Bohrhämmern (s. Ziff. 90 u. f.) durch geringen Preßluftverbrauch und

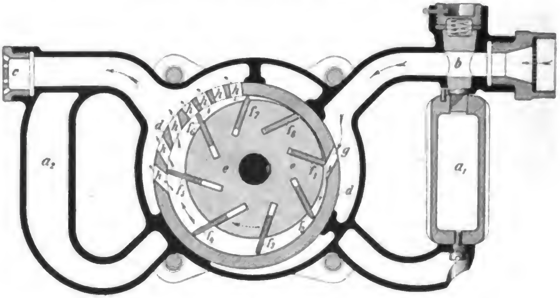


Abb. 159. Westfalia-Freihand-Drehbohrmaschine im Schnitt.

Wegfall der Staubentwicklung, der lästigen Erschütterungen und des starken Geräusches aus. Dabei sind die Leistungen in gleichmäßigem, mildem Gebirge (z. B. in schwefelkiesfreier Kohle, Carnallit) sogar höher und erreichen 0,5—1,6 m in der Minute; freilich versagen die Maschinchen in Gebirge von größerer und insbesondere von wechselnder Härte, so daß man in solchem Falle ohne Bohrhämmer nicht auskommt. In Oberschlesien und in den Kalibezirken sind sie zu vielen Hunderten in Gebrauch; aber auch im Ruhrbezirk, wo die natürlichen Verhältnisse ungünstiger für sie liegen, haben sie Eingang gefunden.

Abb. 160.
Ansicht der Westfalia-Freihand-Drehbohrmaschine.

[1]) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes 1913, S. 147: Versuche und Verbesserungen; — ferner Glückauf 1913, Nr. 35 und 36, S. 1396 u. f.; Richter: Die Verwendung von Freihand-Drehbohrmaschinen usw. in Oberschlesien; — ferner Kohle und Erz 1914, Nr. 24, S. 594; Bansen: Der gegenwärtige Stand des Baues und der Verwendung von Freihand-Drehbohrmaschinen.

Digitized by Google

58. — **Beispiele.** Die Abbildungen 159 und 160 zeigen in Schnitt und Ansicht die Freihand-Drehbohrmaschine der Westfalia-A.-G. zu Gelsenkirchen. Der eine der beiden Handgriffe (a_1, Abb. 159) dient zur Zuführung der Frischluft, die über einen durch Drehung der Hand betätigten Einlaßhahn b dem Maschinchen in der Richtung der Pfeile zuströmt. Der zweite Handgriff a_2 läßt die Abluft über einen Schalldämpfer ins Freie entweichen. Der Antrieb ist als Drehkolbenmaschine gebaut. In dem Zylinder d ist exzentrisch ein kleinerer zylindrischer Drehkolben e verlagert, der 8 durch Schleuderwirkung nach auswärts gedrückte, an den Stirnflächen und dem Zylindermantel abdichtend anliegende Aluminiumschieber f_1—f_8 trägt. Die durch g in den Zylinder eintretende Frischluft drückt auf die freien Schieberflächen und setzt unter Expansionswirkung den Drehkolben in der Richtung des nicht

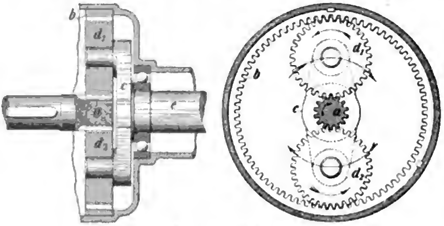


Abb. 161. Planetengetriebe.

gefiederten Pfeiles in Umdrehung. Die Ausströmung aus dem Zylinder erfolgt durch die Öffnungen h.

Die Übertragung der Drehgeschwindigkeit ins Langsame geschieht durch ein sog. Planetengetriebe (Abb. 161), das keinerlei seitliche Achslagerung erfordert. Um die Ritzelwelle a kreisen zwei mit dieser und dem feststehenden Außenzahnkranz b in Eingriff stehende und untereinander durch eine Mitnehmerbrücke c verbundene Zahnräder d_1 d_2, wobei die Achse e der Brücke als Hülse zur Aufnahme des Schlangenbohrerkopfes ausgebildet ist. Die Umdrehungszahl des Motors von 3000 wird so für den Schlangenbohrer auf 500 herabgesetzt. Das Gewicht der Maschine ohne Bohrer ist 11 kg. Der Preßluftverbrauch ist etwa 170 l minutlich.

Für sehr harte Kohle baut die Westfalia langsamlaufende Freihand-Drehbohrmaschinen, bei denen mittels eines doppelten Planetengetriebes die Umdrehungszahl des Schlangenbohrers auf 125 minutlich herabgesetzt wird.

Ähnliche Freihand-Drehbohrmaschinen bauen die Firmen Frölich und Klüpfel zu Unter-Barmen, Demag zu Duisburg und Heinr. Korfmann jr. zu Witten.

Die Freihand-Drehbohrmaschine der Fabrik für Bergwerksbedarfsartikel zu Sprockhövel (Abb. 162) besitzt zwei schwingende, doppeltwirkende Zylinder $a_1 a_2$, deren beide Kolbenstangen $b_1 b_2$ an einem gemeinschaftlichen Kurbelzapfen c angreifen. Die Außenflächen der Zylindergehäuse sind als Zylindermäntel ausgebildet und sind drehbar in den Lagerschalen

Digitized by Google

d_1—d_4 gelagert. Diese sowohl wie die Zylindergehäuse tragen die Steuerkanäle für die Frischluft e_1—e_4 und diejenigen für die Abluft f_1—f_4. Der Anschluß der Frischluftleitung ist mit g, der Auspuff mit h bezeichnet. Die Steuerung erfolgt in der aus der Abb. 162 leicht ersichtlichen Weise durch die Drehung des Zylindergehäuses in den Lagerschalen. Die in Kugellagern laufende Kurbelwelle trägt ein gestrichelt angedeutetes Zahnrad o, das ein zweites größeres, in der Mittelachse m den Bohrer tragendes Zahnrad o_1

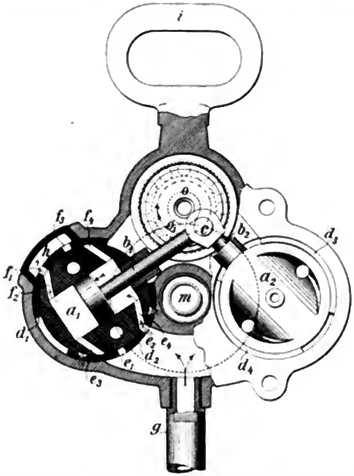


Abb. 162. Freihand-Drehbohrmaschine (in Schnitt und Ansicht) der Fabrik für Bergwerksbedarfsartikel zu Sprockhövel.

(ebenfalls gestrichelt angedeutet) antreibt. Bei der Arbeit wird das Maschinchen an dem Griffe i und Rohr g gehalten und mittels eines Brustbleches nachgedrückt.

β) Drehbohrmaschinen mit elektrischem Antrieb.

59. — **Allgemeines.** Die elektrisch angetriebenen Drehbohrmaschinen entsprechen in der allgemeinen Anordnung den beschriebenen Preßluftbohrmaschinen. Auch bei ihnen finden wir den Unterschied zwischen Maschinen mit getrenntem und mit angebautem Motor. Man pflegte bei den ersteren den Elektromotor tragbar statt fahrbar zu machen und ihn durch eine biegsame Welle mit der Maschine zu verbinden. In den letzten Jahren sind aber diese Bohreinrichtungen, hauptsächlich wegen der Schwierigkeiten und hohen Kosten, die die biegsame Welle verursachte, verschwunden, so daß man jetzt allgemein die einfacheren, betriebsichereren und billigeren Maschinen mit an-

Digitized by Google

gebautem Motor vorzieht. Bei diesen unterscheidet man Freihand- und Säulen-Drehbohrmaschinen. Für erstere gilt das in Ziff. 57 über die Freihand-Drehbohrmaschinen mit Preßluftantrieb Gesagte.

60. — **Beispiele.** Derartige Maschinen werden unter anderen von den Siemens-Schuckertwerken und der Allg. Elektrizitätsgesellschaft zu Berlin geliefert, und zwar bauen beide Firmen sowohl Freihand- wie Gestellbohrmaschinen. Als Beispiel einer Freihand-Drehbohrmaschine sei diejenige der Siemens-Schuckertwerke (Abb. 163 und 164) kurz erläutert, die vom Arbeiter an den zwei Griffen g während der Bohrarbeit gehalten und mittels eines federnden Brustbleches a nachgedrückt werden

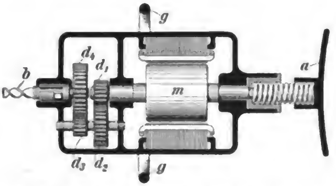


Abb. 163. Elektrisch angetriebene Freihand-Drehbohrmaschine der Siemens-Schuckertwerke im Schnitt.

Abb. 164. Ansicht der Freihand-Drehbohrmaschine der Siemens-Schuckertwerke.

kann. Der eine Griff enthält die durch einen Hebel zu betätigende Schalteinrichtung. Die 1500 minutlichen Umdrehungen des Ankers m werden durch ein doppeltes Rädervorgelege d_1—d_4 auf 250 der Bohrspindel b herabgesetzt. Die erzielbaren Bohrleistungen liegen zwischen etwa 50 und 100 cm in der Minute. Hierbei beträgt die Leistungsaufnahme etwa 0,6 PS. Das Gewicht ist 12,5 kg. Die Maschinen werden für alle Niederspannungen, und zwar für Drehstrom und Gleichstrom, geliefert. Nach Abnahme des Brustschildes kann eine Schleifscheibe auf die Drehachse gesteckt werden, so daß man in schlagwetterfreien Gruben die stumpf gewordenen Bohrerschneiden unmittelbar vor Ort nachschleifen kann. Die Maschine hat in Oberschlesien sehr starke Verbreitung gefunden.

Als Beispiel einer Säulen-Drehbohrmaschine sei diejenige der A. E.-G. aufgeführt. Die Abb. 165 zeigt die allgemeine Anordnung der Teile und gibt die Hauptmaße an, die Abb. 166 veranschaulicht den Antrieb besonders, während die Abb. 167 die Maschine im Gestell vor Ort darstellt. Der Motor treibt das Vorgelege $a_1 a_2$ und mittels der Zahnräder b und c (Abb. 166) gesondert die Vorschubmutter und Spindel an. Die Mutter läuft langsamer als die Spindel, so daß der Vorschub von dem Unterschied der beiden Geschwindigkeiten abhängt (Differentialvorschub). Da das Zahnrad b auf seiner Achse nicht fest gekuppelt sitzt, sondern nur durch Bremsung gehalten wird, kann der Vorschub zeitweilig zum Stillstand gebracht werden, wenn wegen zu großer Gesteinshärte der Bohrer nicht mehr genügend vorrücken kann und der Bohrdruck eine gewisse Grenze übersteigt.

Digitized by Google

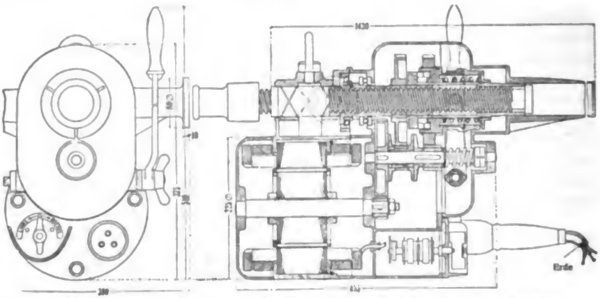


Abb. 165. Elektrisch angetriebene Säulen-Drehbohrmaschine der A. E.-G. im Schnitt.

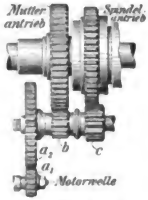


Abb. 166. Antriebsvorgelege der A. E.-G.-Drehbohrmaschine.

Abb. 167. Die elektrisch angetriebene A. E.-G.-Bohrmaschine vor Ort.

Digitized by Google

Je nach der Wahl des Motorvorgeleges kann die Bohrspindel mit etwa 110—300 Umdrehungen minutlich laufen, wobei der volle Vorschub zwischen 120—1040 mm liegt. Die Leistung der Maschine ist 1,5 PS, das Gewicht 90 kg.

Die Leistungen der elektrischen Drehbohrmaschinen in günstigem, gleichmäßigem Gebirge sind sehr hoch. In reinem Steinsalz, Carnallit und in Minette, die nicht von Kalknieren durchsetzt ist, sind 75—100 cm in der Minute erreichbar. In Hartsalz pflegen Leistungen von 36—50 cm minutlich erzielt zu werden. Auf einem Kalisalzwerke hat man mit einer A. E.-G.-Maschine in Hartsalz sogar 21,32 m in 62 Minuten abgebohrt. Auch die Gesamtleistungen in einer Schicht können außerordentlich hoch sein, was sich besonders zeigt, wenn man Gelegenheit hat, die Maschine voll auszunutzen. Das Verwendungsgebiet liegt hauptsächlich im Salz- und Minettebergbau, da dieser mit einem genügend gleichmäßigen Gebirge rechnen kann.

61. — **Drehendes Bohren in hartem Gebirge.** Da gut gehärteter Bohrstahl härter als Quarz ist, erscheint drehendes Bohren mit einem Stahlbohrer auch für die härtesten, im Bergwerksbetriebe vorkommenden Gesteine als anwendbar. Tatsächlich dringt unter genügend hohem Druck die Stahlschneide in alle Gesteinsarten ein, und das Gestein bricht und splittert ab. Für sehr harte Gesteine muß der Druck des Bohrers allerdings mehrere tausend Kilogramm betragen. Vorbedingung ist aber, damit die Schneide nicht glühend wird, daß die Umdrehung nur langsam erfolgt und für eine ausgiebige Kühlung Sorge getragen wird.

Die bisher besprochenen Drehbohrmaschinen sind für hartes Gestein nicht verwendbar. Weder die Gestelle noch die Bohrer und die Maschinen würden den erforderlichen Druck aushalten. Es fehlt ferner an der Kühlung der Bohrschneide. Auch die beschriebenen Antriebsmaschinen sind nicht geeignet, da sie weder für eine so geringe Umdrehungszahl in der Minute, noch für eine dem hohen Bohrdruck entsprechende starke Drehwirkung gebaut sind.

62. — **Druckwasser-Drehbohrmaschine von Brandt.** Es gibt nur eine drehende Bohrmaschine, die den Anforderungen für hartes Gestein entspricht. Es ist dies die mit Druckwasser angetriebene Bohrmaschine von Brandt, die von der Maschinenfabrik Gebr. Sulzer zu Winterthur geliefert wird. Die Maschine ist seit dem Jahre 1879 bekannt und hat im Tunnelbau eine große Bedeutung erlangt, ist aber früher auch im Bergwerksbetrieb mehrfach angewandt worden.

Die Maschine arbeitet mit Druckwasser von 20—150 Atm. Am besten eignet sich ein Druck von 60—80 Atm. Das Kraftwasser kann in Gruben, falls die erforderliche Druckhöhe vorhanden ist, unmittelbar aus der Steigleitung der Wasserhaltung entnommen werden. Ist dies nicht möglich, so wird eine besondere Maschinenanlage zum Pressen des Kraftwassers aufgestellt.

Das Druckwasser hat in der Brandtschen Maschine eine doppelte Aufgabe zu erfüllen; es muß den Bohrer drehen sowie vorschieben und zurückziehen. Dem Abwasser fällt außerdem die Aufgabe zu, das Bohrmehl aus dem Bohrloche zu spülen und die Bohrkrone zu kühlen.

Digitized by Google

Durch das Druckwasser wird (Abb. 168) eine zweizylindrige Wassersäulenmaschine betrieben, die mittels zweier Kurbeln eine Schnecke *a* in Umdrehung versetzt. Diese Schnecke dreht das Schneckenrad *b*, das fest mit dem Zylinder *c*, dem sog. Mitnehmerzylinder, verbunden ist, so daß dieser an der Drehung des Schneckenrades teilnehmen muß. Innerhalb des Mitnehmerzylinders liegt als feste Achse des Ganzen der Vorschubzylinder *d*, um den sich Mitnehmerzylinder und Schneckenrad drehen. Der Vorschubzylinder *d* ist hinten mittels des Spannringes *g* schwenkbar an der Spannsäule *S* befestigt, die in der Regel zwei Maschinen trägt und auf einem kräftigen Bohrwagen verlagert ist. Die Maschine liegt, wie die Abbildung zeigt, nicht seitlich der Spannsäule, sondern vor dieser, so daß keine Drehwirkung auf die Säule ausgeübt wird. Innerhalb des Vorschubzylinders *d* befindet sich der vor- und rückwärts verschiebbare Hohlkolben *e* (Druck- oder Preßkolben). Zwischen dem vorderen Teile des Kolbens *e* und der Wand des Vorschubzylinders verbleibt ein schmaler, ringförmiger Raum *r*, so daß der Kolben hinten eine große Druckfläche und vorn eine kleine besitzt. Das durch die Rohrleitung *f* zugeführte Druckwasser wirkt auf beide Kolbenflächen, weshalb der Kolben mit dem Differentialdrucke nach vorn gepreßt wird. Soll der Kolben zurückgehen, so wird durch ein Dreiwegestück der hintere Zylinderraum von der Druckwasserleitung abgesperrt, während man gleichzeitig das in ihm befindliche Wasser austreten läßt.

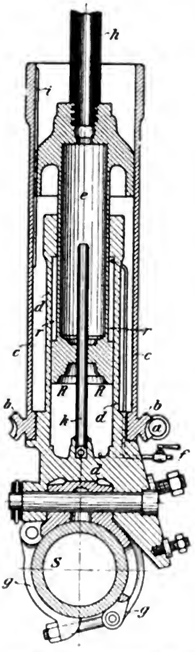


Abb. 168. Schematischer Schnitt durch die Brandtsche Bohrmaschine.

Der Hohlkolben trägt in seiner Verlängerung nach vorn das Bohrrohr *h*. Auf diesem wird der eigentliche Bohrer befestigt. Der Bohrer muß somit dem Vorwärts- und Rückwärtsgange des Kolbens *e* folgen. Die Drehung des Bohrers wird dadurch erzielt, daß der Mitnehmerzylinder *c* mit einer Feder *i* in eine entsprechende Längsnut des verbreiterten Kopfes der Kolbenstange *e* eingreift. Die Wassersäulenmaschine erteilt also mit dem Schneckenrade *a* und dem Mitnehmerzylinder *c* gleichzeitig dem Kolben *e* und dem darauf befestigten Bohrer *h* eine Drehbewegung, während der Vorschub durch den im Vorschubzylinder auf die Kolbenfläche *R* wirkenden Druck des Kraftwassers erfolgt. Rohr *k*, das durch eine Stopfbüchsendichtung bis in den Hohlkolben *e* geführt ist, leitet das Abwasser der Wassersäulenmaschine zum Hohlbohrer. Das Wasser tritt am Umfange der Bohrkrone aus, kühlt die Schneiden und entfernt das Bohrmehl aus dem Bohrloche.

Digitized by Google

Der Bohrer ist aus zähem Stahl gefertigt und erhält zwei, drei oder vier Zähne, je nach der Härte des Gesteins. Die Weite der Bohrlöcher beträgt 65—88 mm. Der sich in das Bohrrohr schiebende Gesteinskern bricht meist von selbst ab und wird nachher mit dem Bohrer herausgezogen.

Die Bohr- oder Spannsäule, an der die Bohrmaschine befestigt ist, besteht aus einem Zylinder und einem darin verschiebbaren Tauchkolben. Beide Teile werden mittels Wasserdruckes auseinandergeschoben und pressen sich so mit großer Gewalt gegen die Gesteinstöße fest.

63. — **Umdrehungszahl, Kraftverbrauch und Leistungen.** Der Bohrer macht in der Minute nur etwa fünf Umdrehungen. Die Maschine verbraucht sekundlich 1—2 l Wasser. Bei mittlerem Wasserdruck kann der Kraftverbrauch einer Maschine mit etwa 15 PS angenommen werden.

Die Leistungen der Brandtschen Bohrmaschinen sind auch in hartem Gestein recht befriedigend. In sehr hartem Konglomerat kann man in einer Minute nutzbarer Bohrzeit immer noch 1,2 cm, in Gneis bis zu 4 cm und in festem Sandstein 4—5 cm Bohrfortschritt erzielen. Im Mansfeldschen hat man im Jahre 1888 in 292 Arbeitstagen 1694 m Strecke aufgefahren, durchschnittlich also 5,8 m an einem Tage. Bei günstigem Gebirge stieg der Tagesfortschritt im monatlichen Durchschnitt auf 6,2 m. Dabei ist stets nur mit zwei Maschinen vor Ort gearbeitet worden, und für zwei Streckenbetriebe mit zusammen vier Maschinen genügte eine einzige als Aushilfe. Daraus ergibt sich eine große Haltbarkeit und geringe Ausbesserungsbedürftigkeit der Maschinen. Nach fünfjährigem Gebrauche sind sie noch tadellos erhalten gewesen.

Noch höhere Leistungen sind beim Auffahren des Simplontunnels erzielt worden. Hier wies die höchste Wochenleistung sogar einen durchschnittlichen täglichen Arbeitsfortschritt von 9,02 m auf.

64. — **Vor- und Nachteile des Betriebes.** Die Arbeit selbst ist wegen der großen Nässe nicht gerade angenehm. Es läßt sich nicht vermeiden, daß die Streckensohle mehr oder weniger unter Wasser steht. Für den Bergbau kommt hinzu, daß die Abwasser nicht tieferliegende Baue gefährden dürfen und eine Wasserhaltung vorhanden sein muß. Häufig muß schon aus diesem Grunde die Verwendung Brandtscher Maschinen außer Betracht bleiben.

Ein Vorteil der Maschinen sind die weiten Bohrlöcher, die es gestatten, die Hauptmasse der Sprengladung tief in das Gestein zu bringen. Die Sprengwirkung ist deshalb sehr gut. Allerdings stellt sich dabei der Übelstand heraus, daß das Gestein um das Bohrlochtiefste herum arg zerschlagen wird. Ein nachträgliches Erweitern oder sorgfältiges Bereißen der Strecke ist deshalb angebracht.

65. — **Diamantdrehbohrmaschinen.** Als drehende Bohrmaschinen für festes Gestein sind schließlich noch Diamantbohrmaschinen verwendbar in der Art, wie sie für Tiefbohrungen und für Untersuchungslöcher (s. S. 119 u. f.) benutzt werden. Während der Meißel der Brandtschen Maschine in das Gestein hineingedrückt wird und dieses durch Beanspruchung auf Abscherung wegbricht, schabt oder schleift die Diamantkrone das Gestein fort. Tatsächlich lassen sich so hohe Bohrleistungen erzielen.

Digitized by Google

Wenn trotzdem solche Bohrmaschinen für die Zwecke der Sprengarbeit nicht Eingang finden, so liegt es an dem hohen Diamantverbrauch und den hieraus entstehenden Kosten. Man wird die Diamantkosten in hartem, quarzigem Gestein mindestens auf 50—60 ℳ je 1 m Bohrloch und z. T. noch höher[1]) schätzen können.

66. — **Rückblick.** Im allgemeinen kann man sagen, daß das Verwendungsgebiet für drehendes Bohren, wenn man von den Brandtschen Bohrmaschinen absieht, in verhältnismäßig weichem und gleichmäßigem Gebirge liegt. In festerem Gesteine dagegen und namentlich dann, wenn die Härte wechselt, versagen die gewöhnlichen Drehbohrmaschinen, und es eröffnet sich das Feld für die stoßenden und schlagenden Bohrmaschinen.

b) Stoßendes Bohren.

67. — **Vorbemerkung.** Während beim drehenden Bohren die Schneide des Bohrers dauernd gegen das Gestein gepreßt und dieser gleichzeitig gedreht wird, verläuft der Arbeitsvorgang beim stoßenden Bohren derart, daß

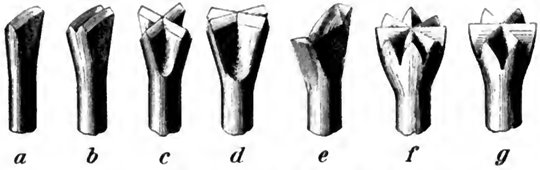


Abb. 169 *a—g.* Meißelformen für stoßendes und schlagendes Bohren.

der Bohrer eine stoß- oder wurfartige Hin- und Herbewegung macht, wobei der Meißel jedesmal mit der Schneide auf das Gestein trifft und von diesem kleine Teilchen absplittert. Es wird also die lebendige Kraft des nach vorn gestoßenen Bohrers ausgenutzt. Der Erfolg der Bohrarbeit hängt einerseits von der Kraft des einzelnen Stoßes und anderseits von der Zahl dieser Stöße ab.

Die stoßende Hin- und Herbewegung des Bohrers erfolgt entweder unmittelbar mit Hand oder durch Maschinenkraft.

68. — **Bohrer.** Die Bohrer bestehen (wie übrigens auch in fast gleicher Weise beim schlagenden Bohren) aus runden oder sechs- oder achtkantigen Stahlstangen von 18—30 mm Dicke, an deren einem Ende die Schneide ausgeschmiedet wird. Nach der Form der Schneide unterscheidet man Meißel-, Doppelmeißel-, Kreuz-, Z- und Kronenbohrer, von denen die verbreitetsten Formen in Abb. 169 dargestellt sind. Am häufigsten sind die einfachen Meißelbohrer. Die Schneide bildet bei ihnen eine gerade oder gebogene oder gebrochene Linie. Die höchste Bohrleistung erzielt man mit der einfachen geraden Schneide, weil bei ihr die lebendige Kraft des Bohrers auf einer ver-

[1]) Glückauf 1907, Nr. 17, S. 502: Die Verwendung von Gesteinsbohrmaschinen in Oberschlesien; — ferner Jahrb. f. d. Berg- u. Hüttenw. im Kgr. Sachsen 1890, S. 95 u. f.

Digitized by Google

bältnismäßig kleinen Fläche zur Wirkung kommt. In hartem Gestein pflegt man aber Meißel mit einer gebogenen oder gebrochenen (Abb. 170) Schneide vorzuziehen, weil die Ecken besser geschont werden. Die beiden Schneidenflächen sind bei Bohrern für härteres Gestein, wie dies Abb. 170 veranschaulicht, unter einem Winkel von etwa 90° gegeneinander geneigt. Je härter das Gestein ist, desto stumpfer wählt man den Schneidenwinkel.

Die sonstigen Meißelformen haben den Vorzug, daß das Bohrloch leichter rund zu halten ist. Diese Schneiden sind aber schwieriger herzustellen, und ihre Wirkung sinkt, da sich der Druck auf eine größere Fläche verteilt.

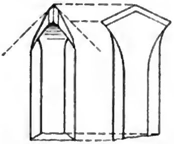


Abb. 170. Zuschärfung des Bohrmeißels bei einem Meißelbohrer.

Da man für die Fertigstellung eines Bohrloches mehrere Bohrer anwenden muß und das Bohrloch wegen der andauernden Abnutzung der Meißelecken fortgesetzt enger wird, gibt man den Schneiden der einzelnen Bohrer eine verschiedene Breite, derart, daß die kürzesten Bohrer („Anfänger") die breiteste Schneide haben.

1. Stoßendes Bohren mit Hand.

69. — **Die Arbeit mit Bohrstangen.** Beim stoßenden Bohren mit Hand wird der Bohrer, der hier als Bohrstange ausgebildet ist, mit beiden Händen gefaßt und unter fortwährendem Umsetzen gegen die Bohrlochsohle gestoßen. Das Bohrmehl wird durch Wasserspülung oder einen Krätzer entfernt. Damit die Bohrstange ein angemessenes Gewicht erhält und in jeder Stellung bequem gehandhabt werden kann, wird sie auf 1,5 m und

Abb. 171. Stoßbohrer.

darüber verlängert; um die Bohrer nicht zu oft zur Schmiede schicken zu müssen, pflegt man sie an beiden Enden mit Schneiden zu versehen (Abb. 171).

Die Leistungen sind je nach der Gesteinshärte sehr verschieden. Man kann auf 1 m Bohrloch 10—60 Minuten rechnen.

In engen Grubenräumen ist die stoßende Bohrarbeit mit Hand wenig angebracht. Am besten hat sie sich auf den mächtigen Flözen Oberschlesiens und beim Schachtabteufen bewährt. Aber auch in diesen Fällen ist sie mehr und mehr durch die Arbeit mit Bohrhämmern verdrängt worden.

70. — **Stoßende Handbohrmaschinen.** Mehrfach sind stoßend wirkende Handbohrmaschinen vorgeschlagen und versucht worden[1]). Bei diesen wird mit Hilfe einer Kurbel nebst Schwungrad der Bohrer zurückgezogen und gleichzeitig eine Feder gespannt. Nach Abgleiten eines Nockens von einer Daumenwelle schnellt die Federkraft den Bohrer frei vor, so daß er gegen das Gestein schlägt. Trotz vieler Versuche haben sich solche Maschinen bei uns nicht einbürgern können.

---

[1]) Handbuch der Ingenieurwissenschaften, (Leipzig, Engelmann), 4. Teil, Baumaschinen, 2. Abteilung, VI. Kap., Gesteinsbohrmaschinen, 1903, S. 256 u. f.

Digitized by Google

2. Mechanisch angetriebene Stoßbohrmaschinen.

Die mit mechanischer Kraft arbeitenden Stoßbohrmaschinen werden mit Preßluft oder mit elektrischem Strom angetrieben.

α) Preßluftstoßbohrmaschinen.

71. — **Arbeitsweise.** Bei den Preßluftbohrmaschinen wird die Tätigkeit des Arms durch einen Treibkolben ersetzt, auf dessen Kolbenstange ein Meißelbohrer aufgesetzt ist. Der Kolben wird in einem Zylinder durch den Druck der abwechselnd an dem einen und anderen Ende eintretenden Preßluft schnell hin und her geschleudert. Der Bohrer muß nach jedem Stoße regelmäßig umgesetzt werden. Außerdem muß ein Vorschub des Arbeitszylinders entsprechend dem Tieferwerden des Loches stattfinden. Demgemäß sind drei gesondert zu betrachtende Arbeitsvorgänge zu unterscheiden.

72. — **Das Spiel des Arbeitskolbens.** Beim Hin- und Hergang des Arbeitskolbens mit dem Meißelbohrer wird Nutzarbeit nur beim Vorstoße des Bohrers in dem Augenblicke geleistet, wenn die Bohrerschneide mit der im Arbeitskolben, in der Kolbenstange und im Bohrer aufgespeicherten lebendigen Kraft gegen das Gestein trifft. Der Rückzug des Bohrers dient nur dazu, den Schlag vorzubereiten. Deshalb kann, während der Vorstoß des Bohrers möglichst kräftig und schnell erfolgen soll, der Rückzug mit verminderter Kraft vor sich gehen. Ein gewisser Kraftüberschuß ist allerdings auch beim Rückgange des Kolbens erforderlich, damit etwaige Klemmungen des Bohrers im Loche, besonders in ungleichmäßigem Gebirge, überwunden werden.

Diese Verschiedenheit der Kraftäußerung wird dadurch erzielt, daß die Preßluft beim Vorstoße des Bohrers auf die ganze hintere Kolbenfläche, dagegen beim Rückgange nur auf die durch den Querschnitt der Kolbenstange verminderte Kolbenfläche wirkt.

73. — **Zylinderdurchmesser, Hublänge, Schlagzahl.** Die Schlagkraft der Maschine hängt außer vom Zylinderdurchmesser auch von der Länge des Hubes ab. Denn je länger die Preßluft Zeit hat, auf den Kolben zu wirken, um so größer wird die ihm erteilte Geschwindigkeit. Ein langer Hub wirkt ferner dadurch günstig, daß das Bohrmehl mehr aufgerührt und besser aus dem Bohrloche befördert wird. Dieser Vorzug des langen Hubes macht sich besonders bei tiefen, annähernd wagerecht verlaufenden Löchern geltend, die sonst schwer vom Bohrmehl frei zu halten sind. Stehen nur schwache Luftdrücke zur Verfügung, so können große Zylinderdurchmesser von Vorteil sein, weil sie trotz geringen Druckes einen verhältnismäßig starken Schlag ermöglichen.

Nicht immer jedoch sind die größten Zylinderdurchmesser und Hublängen am vorteilhaftesten. Denn die Widerstandsfähigkeit des Gesteins gegen das Eindringen des Bohrmeißels ist an der Oberfläche am geringsten. Es ist deshalb sehr wohl möglich, daß drei schwächere Schläge, die jedesmal das Gestein an anderer Stelle der Oberfläche treffen, mehr Masse absprengen und so eine größere Wirkung haben als ein einziger, starker Schlag, in dem die dreifache lebendige Kraft zur Äußerung kommt. Dabei ist zu beachten, daß schwächere Schläge schneller aufeinander folgen können als kräftigere,

Digitized by Google

da die zu beschleunigenden Massen geringer sind. Je leichter die Maschine gebaut ist, um so höher ist die Schlagzahl. Der Preßluftverbrauch schließlich hängt unmittelbar von den Abmessungen der Maschinen und von der Schlagzahl ab.

Die üblichen Maschinen haben Zylinderdurchmesser von 55—100 mm und Hublängen von 150—280 mm, die Schlagzahlen liegen zwischen 280 und 400 minutlich.

74. — Die Steuerung. Maschinen ohne bewegte Steuerungsteile. Man kann zweierlei Steuerungsarten unterscheiden: Entweder fehlen bewegte Steuerungsteile gänzlich, und der Kolben steuert sich selber dadurch um, daß er je nach seiner Stellung im Zylinder Luftkanäle öffnet oder schließt, oder die Steuerungsteile werden durch die Preßluft bewegt.

Maschinen der ersten Art zeichnen sich durch besondere Einfachheit und geringe Ausbesserungsbedürftigkeit aus. Als Beispiel mag die „Triumph"-Bohrmaschine der Ruhrthaler Maschinenfabrik zu Mülheim a. d. Ruhr kurz beschrieben werden (Abb. 172).

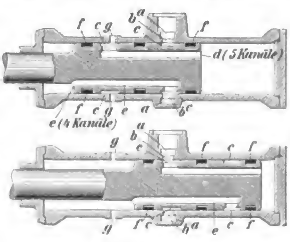


Abb. 172
Steuerung der „Triumph"-Bohrmaschine der Ruhrthaler Maschinenfabrik.

Die einströmende Luft tritt bei der in der oberen Abbildung gezeichneten Stellung des Kolbens durch den Ringraum *a*, die Schlitze *b*, den Ringraum *c* und vier Kanäle *e* vor den Kolben, um diesen infolge des geringen freien Querschnitts mit verhältnismäßig kleiner Kraft nach rechts zu treiben. Hat die linke Fläche des Kolbens die Reihe der Luftaustrittslöcher *g* erreicht, so pufft die Luft vor dem Kolben aus. Zugleich ist der mit den 5 Kolbenkanälen *d* in Verbindung stehende zweite Ringraum *c* vor die Zuführungschlitze *b* getreten, der Kolben hat die in der unteren Abbildung gezeichnete Stellung erreicht, und nun gelangt die Preßluft von *a* durch *c* und *d* hinter den Kolben und schleudert ihn mit dem vollen, der Kolbenfläche entsprechenden Drucke vorwärts, bis der Bohrer auf das Gestein aufschlägt und seine in der oberen Abbildung gezeichnete Anfangslage wieder einnimmt. Die Abmessungen der einzelnen Teile sind so gewählt, daß die Luft nur auf etwa ein Drittel des Kolbenvorschubes mit vollem Drucke wirkt und sich dann entspannt. Hervorzuheben an der Bauart ist noch, daß sie die Anbringung von Abdichtungsfedern *ff* auf dem Kolben nicht verhindert.

Alle Maschinen dieser Art haben den Nachteil, daß bereits bei geringem Verschleiß der Luftverbrauch schnell zu- und die Schlagkraft abnimmt, da dann ein Teil der Preßluft sich unmittelbar nach dem Auspuff hin durchdrückt. Außerdem sind die Maschinen für einen langen Hub und stärkere Füllungsgrade nicht geeignet, so daß sie für hartes Gestein nicht leistungsfähig genug sind. Aus diesen Gründen haben sie sich nicht allgemein einbürgern können.

Digitized by Google

75. — Steuerungen mit bewegten Teilen. Von den Steuerungen mit Betätigung durch Preßluft sind am meisten verbreitet die Kolbensteuerungen.

Als Beispiel sei die von der Deutschen Maschinenfabrik zu Duisburg an ihren Maschinen angewandte Steuerung an der Hand der Abb. 173 erläutert. Der Steuerkolben trägt drei gleich große Bunde a_1—a_3 und nimmt in den zylindrischen Bohrungen der Endbunde die kolbenartigen, feststehenden Stopfen $b_1 b_2$ in sich auf. Als für die Umsteuerung wirksame Räume kommen die Ringräume $f_1 f_2$ und die zylindrischen Räume $g_1 g_2$ in Betracht. Die Kanäle $h_1 h_2$ setzen die Ein- und Ausströmungskanäle $c_1 c_2$ mit den Ringräumen $f_1 f_2$ in Verbindung, so daß hier wie dort wechselseitig gleiche Drücke herrschen. In der Abbildung ist die linke Endstellung des Steuerkolbens dargestellt. Die Kanäle $e_1 e_2$ stehen dauernd unter Frischluftdruck, so daß die

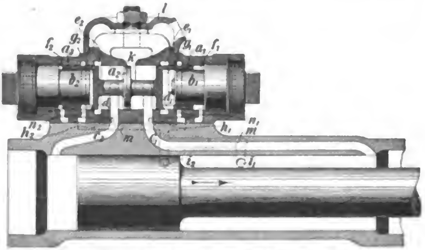


Abb. 173. Bohrmaschinensteuerung der Demag.

Frischluft einerseits von e_2 über c_2 in den Arbeitszylinder strömt, um den Arbeitskolben nach rechts zu treiben, und anderseits über den Schlitz d_1 in den zylindrischen Steuerraum g_1 tritt. Da der Raum g_2 über d_2, die Kanäle m, i_1 und den Auspuff entlastet und die Druckfläche des Raumes g_1 größer als die des Ringraumes f_2 ist, wird der Steuerkolben in seiner linken Endlage sicher festgehalten. Die Ringfläche f_1 ist über den Kanal h_1 zum Auspuff hin entlastet. Die Abluft aus dem Arbeitszylinder bläst über c_1 und k durch den drehbaren Auspuff l ins Freie ab. Hat der vorwärtsfliegende Arbeitskolben den Kanal i_2 überschliffen, so gelangt Frischluft aus dem Arbeitszylinder über i_2, m, Ringkanal n_2 und Schlitz d_2 in den Raum g_2, so daß jetzt der in den Räumen f_2 und g_2 vorhandene Druck den Steuerkolben gegen den Frischluftdruck in g_1 umsteuert. Sobald der Steuerkolben in seine rechte Endlage gelangt ist, beginnt das Spiel unter sonst gleichen Verhältnissen von neuem.

Bei allen Kolbensteuerungen muß der Arbeitskolben die Steuerkanäle öffnen oder schließen, ehe er noch seinen Weg ganz beendet hat. Damit er nun trotzdem seinen Weg vollenden und den vollen starken Schlag ausüben kann, sind die Kanäle so angeordnet, daß der Steuerkolben dem Arbeitskolben etwas nacheilt. Besonders gilt dies für die vordere Endstellung, damit der Schlag „sitzt“.

Digitized by Google

76. — Umsetzvorrichtung. Das Umsetzen erfolgt bei allen Maschinen selbsttätig und nach etwa demselben Grundgedanken, wie er in der Abb. 174 zum Ausdruck kommt.

Im hinteren Teile des Arbeitszylinders sind an der Endplatte *p* ein Sperrad *a* und Sperrklinken *b* in solcher Anordnung angebracht, daß das Sperrad sich wohl nach einer Richtung hin frei drehen kann, nach der anderen Richtung aber an jeder Drehung verhindert wird. Die Federn *c* drücken

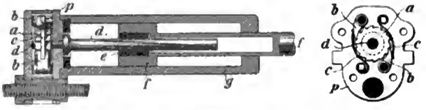


Abb. 174. Umsetzvorrichtung.

ständig auf die Sperrklinken und halten diese mit dem Rade in Eingriff. Das Sperrad trägt eine Drallspindel *d* mit steilgängigem Gewinde, die in der Achsrichtung in den Zylinder hineinragt und an der Drehbewegung des Sperrades teilnimmt. Auf das steilgängige Gewinde der Drallspindel greift das entsprechende Gewinde einer Schraubenmutter *e*, die im Innern des Arbeitskolbens untergebracht und mit diesem fest verbunden ist. Eine Bohrung im Arbeitskolben und in der Kolbenstange gestattet, daß sich die Drallspindel gänzlich in den Kolben hineinschieben kann.

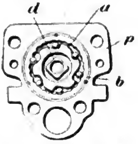


Abb. 175. Sperrad mit Kugelgesperre.

Während der Rückwärtsbewegung des Kolbens verhindert das Gesperre die Drehung des Sperrades und der Drallspindel. Es müssen sich also Mutter, Kolben und der auf der Kolbenstange sitzende Bohrer drehen. Bei der Vorwärtsbewegung des Bohrers dagegen wird die Drallspindel an der Drehung durch das Gesperre nicht gehindert. Der Arbeitskolben fliegt mit dem Bohrer ohne Drehung geradeaus, während Drallspindel und Sperrad, durch die Mutter gezwungen, eine entsprechende Drehbewegung machen. Dieses Spiel wiederholt sich fortwährend, so daß der Bohrer beim jedesmaligen Rückgange sich dreht und beim Vorstoße mit einer anderen Meißellage das Gestein trifft. Die Kraft des Schlages wird, weil der Kolben während der Vorwärtsbewegung frei geradeaus fliegen kann, nicht geschwächt.

Statt der Sperrklinken werden bei manchen Maschinen Rollen- oder Kugelgesperre, ähnlich dem „Freilauf“ bei Fahrrädern, benutzt (Abb. 175).

77. — Vorschubeinrichtung. Der jetzt bei allen Maschinen in gleicher Weise angewandte Vorschub erfolgt durch Drehung einer Kurbel (s. Abb. 176). Der Arbeitszylinder ist unten mit einer Vorschubmutter fest verbunden, so daß er bei Drehung der im Schlitten verlagerten Vorschubspindel mittels der Kurbel voranrücken muß. Der Zylinder wird während des Vorschubs durch besondere Nuten im Schlitten geführt. Da die Führungsnuten im Schlitten bei den fortwährenden Stößen der Maschine und unter der Wirkung des unvermeidlichen Staubes stark verschleißen, pflegt man sie jetzt nachstellbar einzurichten.

Digitized by Google

78. — Die Maschinenausführung im allgemeinen. Als ein Beispiel für die Bauart von Preßluftstoßbohrmaschinen sei die schon erwähnte Bohrmaschine der Deutschen Maschinenfabrik (Demag) zu Duisburg aufgeführt, deren Steuerung schon in Ziff. 75 beschrieben ist. Abb. 173 (S. 178) stellt die Maschine im Längsschnitt und Abb. 176 in der Ansicht dar.

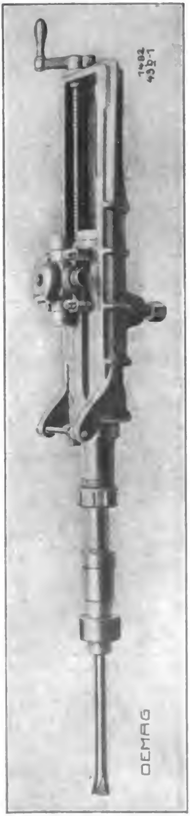


Abb. 176. Ansicht der Demag-Stoßbohrmaschine.

Die Luftzuführung erfolgt seitlich des Steuergehäuses. Dessen Lage am hinteren Zylinderende gestattet der Preßluft einen unmittelbaren Zutritt zur Kolbenfläche durch einen sehr kurzen Kanal, so daß der Schlag des Kolbens plötzlich und mit voller Gewalt erfolgen kann. Oben in den Abbildungen ist der „Schalldämpfer" sichtbar, der das Geräusch der auspuffenden, verbrauchten Druckluft verringert und als Haube drehbar angeordnet ist, um dem ausblasenden Luftstrome jede beliebige Richtung geben zu können.

Eine Eigentümlichkeit ist die Hubbegrenzung des Arbeitskolbens nach vorn (Abb. 177), die hier durch den Kolben selbst bewirkt wird. Ist man mit dem Vorschube der Maschine der Vertiefung des Bohrlochs nicht entsprechend gefolgt, so schlägt der Kolben soweit nach vorn, daß hinter ihm der Kanal *a* bloßgelegt wird. Die Preßluft tritt nun hinter und (über die Nut *b*) auch vor den Kolben und hält diesen fest. Die Maschine kommt also außer Tätigkeit. Sobald sie aber mit der Vorschubkurbel etwas voran

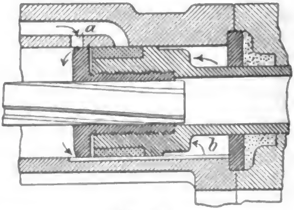


Abb. 177.
Hubbegrenzung der Demag-Bohrmaschine.

geschoben wird, so daß der Kolben den Kanal *a* wieder verdeckt, arbeitet sie selbsttätig weiter.

Die Maschinen werden in vier Größen mit 60, 75, 90 und 100 mm Zylinderdurchmesser gebaut und wiegen 48—115 kg.

Die Demag-Maschine erhielt bei den in Transvaal von der Johannesburger Bergwerkskammer 1909—1910 veranstalteten und beaufsichtigten achtmonatigen Dauerversuchen unter Berücksichtigung der Bohrleistung, des Luftverbrauchs und der Unterhaltungskosten einen der beiden Preise von 50000 *M*.

79. — Wasserspülung bei Stoßbohrmaschinen. Um das Bohrloch vom Bohrmehl zu befreien, sucht man, soweit irgend möglich, Wasser in das Bohrlochtiefste zu bringen. Bei abwärts gerichteten Löchern geschieht dies durch Schöpfen aus einem Eimer. Bei stärker aufwärts gerichteten Löchern ist Wasser nicht erforderlich, weil das Bohrmehl ohne Nachhilfe herausfällt. Am schwierigsten gestalten sich die Verhältnisse bei annähernd söhligen oder nur schwach ansteigenden Löchern. Hier sucht man sich durch einen unter starkem Druck eingespritzten Wasserstrahl zu helfen. Berieselungsleitungen werden gern dafür ausgenutzt. Wo derartige Leitungen nicht vorhanden sind, gebraucht man wohl eine besondere Pumpe, oder man füllt das Wasser in einen allseitig geschlossenen Behälter,

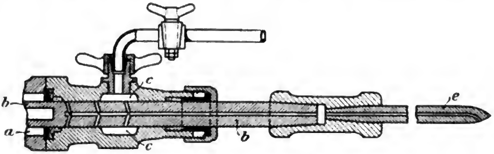


Abb. 178. Wasserspüleinrichtung an Stoßbohrmaschinen.

aus dem es durch den Druck der hineingeleiteten Preßluft herausgedrückt werden kann. Das Mundstück des Strahlrohres wird dicht neben der hin und her gehenden Bohrstange auf das Bohrloch gerichtet, damit der Strahl möglichst tief in das Loch hineinspritzt. Immerhin kann bei tiefen Löchern die Beseitigung des Bohrmehls unvollkommen bleiben.

Man hat deshalb mehrfach versucht, Hohlbohrer mit Wasserspülung anzuwenden. Vor dem Arbeitszylinder *a* (Abb. 178) ist eine die Kolbenstange *b* umgebende, beiderseits durch Stopfbüchsen abgedichtete Wasserkammer *c* gebildet, aus der das Wasser in die durchbohrte Kolbenstange und dann weiter in die hohle Bohrstange *e* übertritt. Freilich macht es bei dem rauhen Bohrbetriebe Schwierigkeit, die Stopfbüchsen dauernd einigermaßen dicht zu halten. Die Hauptvorteile der Wasserspülung zeigen sich bei Löchern, aus denen sonst das Bohrmehl nur schwer herauszubringen ist. Insbesondere sind in feuchtem Gebirge, wo das Bohrmehl für gewöhnlich teigig und schmierig wird, erheblich höhere Bohrleistungen — bis zu 30 % mehr — erzielbar. Allerdings leidet die Haltbarkeit des Bohrstahls infolge des Längskanals, der auch das Nachschärfen erschwert, und die Bauart der Maschine verliert an Einfachheit.

80. — Kraftbedarf der Preßluftstoßbohrmaschinen. Leistungen. Der Kraftbedarf einer Preßluftbohrmaschine, ausgedrückt in der erforderlichen Arbeit des Luftkompressors, ist wegen der sehr schlechten Kraft-

Digitized by Google

ausnutzung verhältnismäßig hoch und beträgt 12—18 PS, was einer angesaugten Luftmenge von 2—3 cbm minutlich entspricht. Bei den größten Maschinen mag er noch darüber hinausgehen. In nutzbarer Arbeit, d. h. zur Gesteinszertrümmerung, werden von dieser Arbeit nur etwa 5—10% verbraucht.

Dem hohen Kraftbedarf stehen freilich auch sehr hohe Bohrleistungen gegenüber. In festem Granit kann man mit großen Stoßbohrmaschinen infolge ihrer starken Schlagkraft 18—20 cm in einer Minute reiner Bohrzeit wohl erreichen, wenn ein genügend hoher Preßluftüberdruck (von etwa 6 Atm.) zur Verfügung steht. Es ist dies eine Leistung, die mit den später zu besprechenden Bohrhämmern nicht erzielt werden kann. Auch die Gesamtleistungen beim Auffahren von Tunneln sind entsprechend hoch. Z. B. hat man mit Meyerschen Stoßbohrmaschinen bei dem Bau des Lötschbergtunnels in festem, schwarzem Hochgebirgskalk in dem Richtstollen von 7 qm Querschnitt Monatsleistungen von 242—302 m und durchschnittliche Tagesfortschritte von 8,07—10,41 m erzielt.

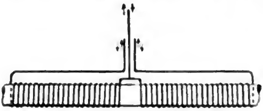


Abb. 179. Schema der Solenoid-Bohrmaschine von Marvin.

Je weicher freilich das Gestein ist, in um so erfolgreicheren Wettbewerb treten mit den Stoßbohrmaschinen die Bohrhämmer und die Drehbohrmaschinen, die alsdann mit Aufwand geringerer Kraft mehr leisten. Im Steinkohlengebirge, das ja fast ausnahmslos durch verhältnismäßig milde Gesteine gekennzeichnet ist, sind schon jetzt die Stoßbohrmaschinen fast ganz verdrängt worden.

β) Elektrische Stoßbohrmaschinen.

81. — Solenoid-Maschinen. Die ältesten elektrischen Bohrmaschinen waren elektromagnetische oder Solenoid-Maschinen. Bereits im Jahre 1879 hat Werner Siemens das erste Patent auf eine solche Bohrmaschine genommen, ohne aber in der Folge zu einer betrieblich brauchbaren Ausführung des Gedankens zu gelangen. Tatsächlich ausgeführt wurden solche Maschinen nach den Vorschlägen von van Depoele und Marvin. Bei der Marvinschen Maschine waren zwei Spulen und drei Stromleitungen nach der in Abb. 179 dargestellten Anordnung vorhanden. Durch die beiden Spulen ließ man abwechselnd in umgekehrter Richtung Gleichstrom fließen, wodurch der Eisenkern in eine hin und her gehende Bewegung versetzt wurde. Die Maschine war in einem eisernen Rohre untergebracht. Nach vorn wurde der Hub lediglich durch das Aufschlagen des Meißels gegen das Gestein begrenzt. Der Rückschlag wurde von einer Spiralfeder aufgefangen und teilweise für den Vorstoß wieder nutzbar gemacht. Umsetz- und Vorschubvorrichtung waren, wie bei den Preßluftbohrmaschinen üblich, ausgeführt.

Nachteilig war, daß die Maschine wegen der Eigenart des zur Verwendung gelangenden Stromes — es ist dies ein wellenförmig auf- und abschwellender Gleichstrom — einer besonderen Stromerzeugungsanlage bedurfte und daß der Strom nicht ohne weiteres zu anderen Zwecken verwandt werden konnte. Mit Rücksicht auf die starke Erhitzung bei der Arbeit mußte

Digitized by Google

man eine Aushilfsmaschine zur Hand haben, um nach $\frac{1}{2}$—$\frac{3}{4}$stündigem Betriebe die Arbeitsmaschine auswechseln zu können. Wegen dieser Nachteile hat man die Herstellung der Maschinen wieder aufgegeben.

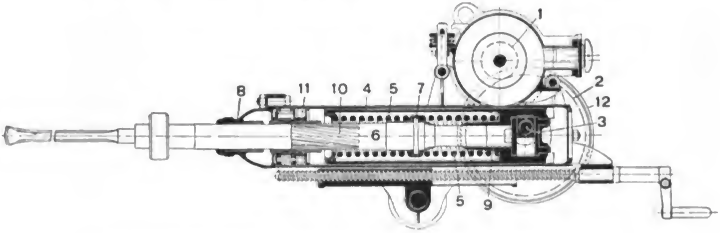


Abb. 180. Kurbelstoßbohrmaschine der Siemens-Schuckertwerke im Schnitt.

82. – **Kurbelstoßbohrmaschine.** Bei der Kurbelstoßbohrmaschine, wie sie von den Siemens-Schuckertwerken zu Berlin gebaut wird, ist der den Solenoid-Maschinen zugrunde liegende Gedanke gänzlich fallen

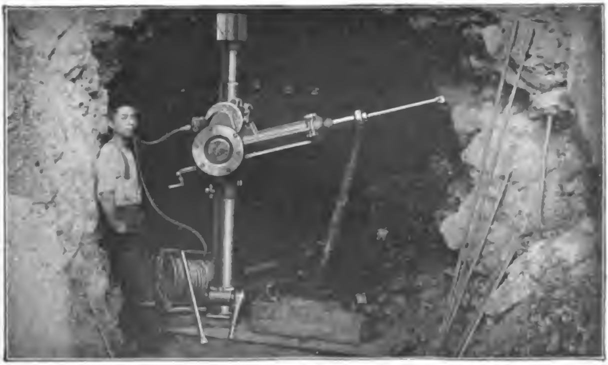


Abb. 181. Kurbelstoßbohrmaschine der Siemens-Schuckertwerke mit Spannsäule und Leitungstrommel in der Ansicht.

gelassen. Hier wird vielmehr ein gewöhnlicher Elektromotor, der bekanntlich einen hohen Wirkungsgrad besitzt, zum Antriebe der Stoßbohrmaschine benutzt.

Bei dieser Maschine ist der Motor (Abb. 180) auf dem hinteren Teil des Gehäuses leicht abnehmbar gelagert. Von ihm wird mittels eines Räder-

Digitized by Google

paares **1**, **2** eine doppelt gelagerte Kurbelwelle **3** angetrieben, die mittels Kurbelschleife einen Schlitten **4** hin- und herbewegt. In diesem Schlitten wird durch starke Spiralfedern **5** der den Bohrmeißel tragende Stoßkolben **6** gehalten, so daß der Stoßkolben die hin und her gehende Bewegung des Schlittens mitmacht. Infolge der zwischengeschalteten Federn ist der Schlag des Kolbens, wie bei der Schnellschlagbohrung (s. 2. Abschn., Ziff. 22), elastisch und von größerem Hub als der des Schlittens. Man bohrt im allgemeinen mit einem Hub von etwa 6 cm und einer Schlagzahl von 450 in der Minute. Durch ein Schwungrad **12** auf der Kurbelwelle wird verhütet, daß die Stöße des Stoßkolbens durch die Zahnräder auf den Motor übertragen werden. Die Umsetzungsvorrichtung **10**, **11** und der Vorschub bieten gegenüber den Preßluftmaschinen keine Besonderheiten.

Abb. 181 zeigt die auf einer Spannsäule befestigte Maschine mit zugehöriger Kabeltrommel in der Ansicht.

Die Kurbelstoßbohrmaschine hat bei zwar genügender, immerhin aber nicht besonders großer Schlagkraft einen nur geringen Kraftverbrauch, der 1 PS nicht übersteigt. Auch das gegenüber einer Preßluftmaschine geringe Geräusch, das sie bei der Bohrarbeit verursacht, kann als Vorteil betrachtet werden. Dem stehen allerdings gewichtige Nachteile gegenüber. Vor allen Dingen leidet die Maschine nicht unbeträchtlich unter Verschleiß und unter Brüchen und Betriebstörungen, die namentlich an den Federn auftreten. Sie ist in dieser Beziehung den gewöhnlichen Preßluftstoßbohrmaschinen nicht gewachsen, so daß sie mit diesen auf Gruben mit Preßluftleitung wohl nicht den Wettbewerb aushalten kann. Lästig ist auch das bedeutende Gewicht.

γ) Stoßbohrmaschinenbetrieb mit Verwendung von Preßluft und elektrischer Kraft. (Gemischter Betrieb.)

83. — Der Betrieb mit einem fahrbaren, elektrisch angetriebenen Kompressor. Die zweifellos erheblichen Vorteile, welche die elektrische Kraftübertragung an und für sich bietet, und die Vorzüge, die auf der andern Seite die Preßluftbohrmaschinen infolge ihrer Schlagkraft, Einfachheit und Betriebsicherheit besitzen, führten zu dem Bestreben, die beiden Betriebskräfte zu vereinigen. Die an beliebiger Stelle erzeugte elektrische Kraft wird mittels Kabels bis in die Nähe des Arbeitsortes gebracht. Durch einen Elektromotor wird hier unter Zwischenschaltung einer Zahnradübertragung ein fahrbarer Kompressor betrieben, der die Preßluft für die vor Ort arbeitenden Bohrmaschinen liefert. Eine verhältnismäßig kurze Rohrleitung führt die Preßluft vom Kompressor bis vor Ort.

Der Kompressor kann entweder dauernd in der Nähe der Betriebspunkte aufgestellt sein, oder er wird in schußsicherer Entfernung vom Arbeitsorte dem Vorrücken des Betriebspunktes entsprechend nachgerückt. Auch in letzterem Falle kommt man mit Rohrleitungen von etwa 100 m Länge aus. Zum Druckausgleich dient ein fahrbarer Behälter.

Ein Kompressor von 52 PS nebst Motor und Behälter läßt sich so bauen, daß nirgendwo das Querprofil eines Förderwagens überschritten wird. Ein solcher Kompressor pflegt für vier Bohrmaschinen auszureichen, da sich deren Betriebszeiten nicht decken und selten mehr als zwei Maschinen gleich-

Digitized by Google

zeitig in Betrieb stehen. Mit vier Bohrmaschinen kann man einen Querschlag in beschleunigtem und zwei Querschläge in gewöhnlichem Betriebe auffahren.

Bei dieser Betriebsweise erhält man durch die elektrische Leitung billige Kraft bis nahe an die Verwendungsstelle. Der hohe Druck der Preßluft kommt nahezu ohne Spannungsabfall den Bohrmaschinen zugute, so daß diese mit einem Drucke von 5—6 Atm. arbeiten und sehr gute Bohrleistungen erzielen können. Die Erwärmung der Luft bei ihrer Zusammenpressung geht nicht vollständig verloren, sondern wird zum Teil in den Bohrmaschinen wieder ausgenutzt. Allerdings macht diese Erwärmung in tiefen Gruben sich ungünstig bemerkbar.

Derartige Anlagen sind deshalb für nicht zu tiefe Gruben, die ein elektrisches Leitungsnetz, aber keine allgemeine Druckluftrohrleitung besitzen, sowie für Tagebaue, Steinbrüche u. dgl. durchaus empfehlenswert und haben sich bereits vielfach bewährt.

84. — **Elektro-pneumatische Bohrmaschinen, Pulsatormaschinen**[1]. Mit noch einfacheren Hilfsmitteln arbeiten die sog. Pulsatormaschinen, die ebenfalls die Vorteile der elektrischen Kraftübertragung mit der Einfachheit und Betriebsicherheit der Preßluftbohrmaschinen verbinden. Kompressor, Luftleitungen und Luftbehälter fallen ganz fort. Dafür wird unmittelbar am Arbeitsorte selbst durch einen Elektromotor in einem Zylinder ein Kolben schnell hin und her bewegt, wobei die von diesem beiderseitig pulsschlagartig fortgeschobenen Luftsäulen auf den Kolben der Bohrmaschine selbst wirken. Die Abb. 182 veranschaulicht den der Bohreinrichtung zugrunde liegenden Gedanken. Die von dem Kolben *b*, der durch einen Elektromotor angetrieben wird, in dem Zylinder *a* (dem Pulsator) hin und her geschobenen Luftsäulen werden durch Schläuche c_1 und c_2 in den Arbeitszylinder *d* der Bohrmaschine geleitet und kommen so auf den Schlagkolben *e* zur Wirkung. Dadurch, daß man dem Zylinder *a* einen größeren Durchmesser als dem Zylinder *d* gibt, kann man den Hub des Schlagkolbens im Verhältnis zu demjenigen des Kolbens *b* verlängern. Bringt man an den beiden Enden des Zylinders *a* Saugventile an, die der atmosphärischen Luft den Eintritt in den Zylinder, aber nicht den Austritt aus diesem gestatten, so wird das Entstehen eines Unterdruckes in dem Zylinder verhütet, und es stellt sich ein erhöhter Luftdruck ein, der trotz des gleichfalls stärkeren Gegendruckes eine bessere Wirkung der Bohrmaschine im Gefolge hat. Letztere kann sowohl als Stoßbohrmaschine wie auch als Bohrhammer ausgebildet sein.

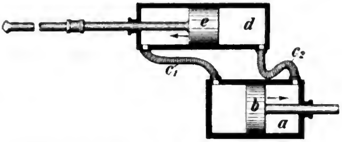


Abb. 182.
Schema einer elektro-pneumatischen Bohrmaschine.

[1] Vgl. Zeitschr. d. Ver. Deutsch. Ing. 1922, Nr. 11, S. 251: Goetze: Druckluft-Bohrmaschinen usw.

Digitized by Google

Der diesen Bohreinrichtungen zugrunde liegende, schon im Jahre 1900 von der Schuckert-Gesellschaft zum Patent angemeldete Gedanke ist später insbesondere von der Demag in Duisburg ausgebaut worden. Abb. 183 zeigt die grundsätzliche Anordnung der von dieser Firma gelieferten Maschinen. Der Pulsator besitzt zwei Kolben, und zwar einen Stufenkolben a_1 und einen gewöhnlichen Tauchkolben a_2. Die Stufe des Kolbens a_1 dient als Hilfspumpe, die Luft aus dem Freien über Ventil b_1 ansaugt, um sie verdichtet über Ventil b_2 in die Luftvorratskammern c zu drücken. Die Hilfspumpe stellt so den günstigsten Anfangsdruck (etwa 2½—3 Atm.) in den Luftleitungen her. Aus den Vorratskammern nehmen die beiden Zylinder in der tiefsten Stellung der Kolben vorgepumpte Luft durch die Öffnungen $d_1 d_2$ auf, um sie weiterzupressen und in die beiden Schläuche $e_1 e_2$, die mit den Zylinderräumen der Bohrmaschine verbunden sind, zu leiten. Sicherheitsventile f_1, f_2 und f_3 lassen bei zu hohen Drücken die Luft aus den Druckzylindern in die Vorratskammern und aus dem Bohrmaschinenzylinder ins Freie entweichen. Die Maschinen sind bisher hauptsächlich in solchen Fällen in Benutzung genommen worden, wo man zwar elektrische Kraft zur Verfügung hatte, aber die Kosten und Umständlichkeiten der Aufstellung eines Kompressors und der Legung von Preßluftleitungen scheute. Über die Leistungen der Maschinen ist wenig bekannt. Nachteilig ist außer dem großen Raumbedarf vor Ort die starke Erhitzung der Schläuche e_1 und e_2, die auf die Reibung der schnell hin und her bewegten Luftsäulen zurückzuführen ist.

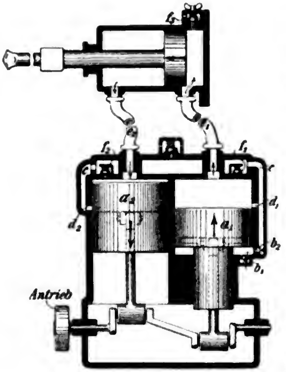


Abb. 183. Demag-Pulsatormaschine.

δ) Verlagerung der Bohrmaschinen.

85. — **Vorbemerkung.** Als Träger der Stoßbohrmaschinen bei der Bohrarbeit verwendet man Bohrsäulen, Bohrwagen und Dreifüße. An diesen Tragevorrichtungen werden die Maschinen so befestigt, daß ihnen möglichst alle Stellungen gegeben werden können. Am besten ist es, wenn man die Maschinen in zwei zueinander senkrechten Ebenen schwenken kann. Zu diesem Zwecke wird bei der am häufigsten vorkommenden Säulenaufstellung an der Säule eine Klemmbacke (ein „Spannkloben") befestigt, die zweckmäßig, um ihr Schwenken zu erleichtern, durch einen Stellring gestützt wird (s. Abb. 188 auf S. 188).

86. — **Bohrsäulen.** Die Bohrsäule (Bohrspreize, Bohrgestell, Spannsäule) kommt für den Bergbau am häufigsten zur Anwendung. Die Bohrsäulen sind tragbar. Damit zwei Mann die Säule bequem handhaben und

Digitized by Google

befördern können, soll das Gewicht jedenfalls 100 kg nicht übersteigen. In nicht allzu weiten Strecken passen die Bohrsäulen sich den Verhältnissen gut an. Wenn jedoch die Strecken mehr als 3 m hoch und breit werden, muß die Säule eine unhandliche Schwere erhalten, damit sie die nötige Biegungsfestigkeit besitzt.

Die einfachste Form einer Bohrsäule besteht aus einem Stahlrohr, aus dessen einem Ende eine Streckschraube herausgeschraubt wird. Dieses geschieht entweder nach Abb. 184 durch Drehung einer Mutter *c* mittels Schraubenschlüssels oder Bohrknarre *d*, oder aber bei feststehender Mutter durch Drehung der Spindel (Abb. 185). Damit die Mutter bei den fortwährenden Stößen der Maschine sich nicht lockert, ist gewöhnlich noch eine Gegenmutter *e* (Abb. 184) angebracht, die gegen die erste Mutter geschraubt wird und diese in ihrer Lage festklemmt.

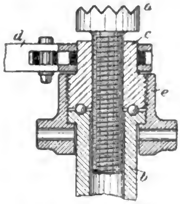


Abb. 184. Kopf einer Bohrsäule mit drehbarer Mutter.

Abb. 185. Bohrsäule mit drehbarer Spindel.

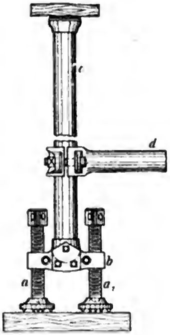


Abb. 186. Doppelschraubensäule mit Bohrarm.

Um die beim Bohren auf die Säulen ausgeübte Drehwirkung unschädlich zu machen, werden für schwere Maschinen Doppelschraubensäulen angewandt, bei denen aus einem unteren Querhaupt der Säule zwei Schrauben heraustreten (Abb. 186). Wegen der größeren Widerstandsfähigkeit gegen seitlich wirkende Drehkräfte können solche Säulen mit besonderen Bohrarmen *d* ausgerüstet werden. Die Bohrmaschinen können somit bei einem und demselben Stande der Säule auch seitlich verschoben werden, so daß eine größere Fläche bestrichen werden kann.

Fester als Schraubensäulen lassen sich Druckwassersäulen einspannen (Abb. 187 und 188). Sie bestehen aus zwei fernrohrartig ineinander steckenden Rohren, von denen das innere gegen das äußere durch eine Ledermanschette abgedichtet ist. Am Fuße des äußeren Rohres befindet sich ein Kasten *a* mit Preßpumpe, die durch einen Handhebel *b* bedient wird (Abb. 187). Das Pümpchen drückt das Wasser aus dem Kasten in den Röhrenschaft, wodurch die beiden Rohre mit bedeutender Gewalt auseinandergeschoben werden. Wenn man das Rücklaufröhrchen *g* durch Drehung des Ventils *f* öffnet,

Digitized by Google

fließt das Wasser wieder in den Kasten zurück, und die beiden Rohre lassen sich zusammenschieben.

Nachteile solcher Säulen sind, daß sie schwerer, teurer und ausbesserungsbedürftiger als Schraubensäulen sind, sich bei Undichtigkeit leicht lockern und sich wegen der Lage des Preßpümpchens zum Wasserspiegel nicht in jeder Lage einspannen lassen.

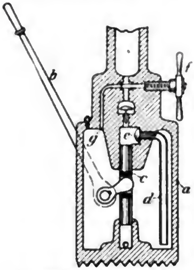


Abb. 187. Fuß einer Druckwasser-Spannsäule im Schnitt.

Abb. 188. Ansicht einer Druckwasser-Spannsäule.

87. — **Bohrwagen. Dreifüße.** Für beschleunigten Vortrieb in weiten Streckenquerschnitten wendet man bei umfangreichen Arbeiten, die größere Anlagekosten rechtfertigen, Bohrwagen an, die die Bohrsäulen nebst zwei

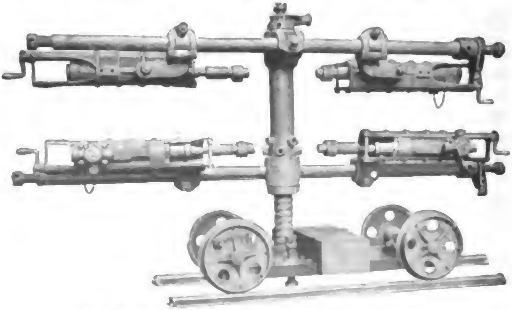


Abb. 189. Bohrwagen der Demag, fertig zum Abfahren.

bis vier Maschinen tragen, so daß die ganze Bohreinrichtung zusammen vor Ort geschoben und von dort zurückgezogen werden kann.

Die Abb. 189 zeigt einen Bohrwagen der Deutschen Maschinenfabrik A.-G. zu Duisburg. Zwei wagerechte Spreizen können an einer Mittelsäule.

Digitized by Google

und zwar in jeder beliebigen Höhenlage, durch Schrauben gegen die Stöße abgespreizt werden. Jede wagerechte Spreize trägt zwei Bohrmaschinen. Beim Festspannen der Mittelsäule werden die Wagenräder durch Fußschrauben soweit angehoben, daß sie frei schweben. Bei der Fortbewegung des Wagens sind die wagerechten Spreizen in der Richtung der Mittelachse des Wagens eingeschwenkt.

Dreifußgestelle mit beschwerten Füßen werden für die Verlagerung der Bohrmaschinen in Tagebauen, sehr weiten Schächten und Steinbrüchen gebraucht, wo es an einer Gelegenheit zum Festspannen von Bohrsäulen mangelt.

c) Schlagendes Bohren.

88. — **Vorbemerkung.** Beim schlagenden Bohren steht der Bohrer mit seiner Schneide auf der Bohrlochsohle und empfängt in dieser Stellung durch ein Fäustel oder einen Kolben unter regelmäßigem Umsetzen Schläge, die bewirken, daß die Schneide etwas in das Gestein eindringt und Gesteinstückchen abtrennt. Im Gegensatz zum stoßenden Bohren sind also Bohrer und Schlaggewicht getrennt, und dieses allein macht die Hin- und Herbewegung, während der Bohrer selbst an dem Schlage nicht teilnimmt.

Die Bohrarbeit erfolgt mit der Hand oder mit Maschinenkraft.

1. Schlagendes Bohren mit Hand.

89. — **Gezähe und Leistungen.** Das Gezähe für das schlagende Bohren ist Fäustel und Bohrer. Außerdem benutzt man für abwärts gerichtete Bohrlöcher den Krätzer und einen Wassereimer mit Schöpfgefäß. In letzterem Falle pflegt man auf den Bohrer eine „Bohrscheibe“ aus Leder zu schieben.

Das Fäustel aus Stahl (Abb. 142 auf S. 154) ist entsprechend dem Schwingungshalbmesser von etwa 50 cm schwach gekrümmt. Die Endflächen oder Bahnen des Fäustels müssen rechtwinklig zur Krümmungslinie verlaufen, damit kein Prellen entsteht. Das Helm besteht aus Weißbuchen- oder Eschenholz. Das Gewicht eines Fäustels beim einmännischen Bohren beträgt etwa 1½ kg; nur beim Bohren von unten nach oben (sog. Schlenker- oder Hopserbohren) werden schwerere Fäustel (bis zu 4 kg) verwandt.

Zweimännisches Bohren pflegt in Bergwerken nur selten geübt zu werden. Über Tage, in Steinbrüchen, findet man es häufiger. Alsdann werden gleichfalls Fäustel von 3—4 kg Schwere gebraucht.

Der Bohrer besteht aus einer runden oder sechs- oder achtkantigen Stahlstange von 18—20 mm Dicke. Bezüglich der Form der Meißel gilt dasselbe, was bereits in Ziff. 68 auf S. 174 u. 175 in dem Abschnitt über stoßendes Bohren gesagt ist.

Auf 1 m Bohrloch kann man bei Verwendung von Meißelbohrer und Fäustel in festem Sand- oder Kalkstein oder in Konglomerat 1—4 Stunden Arbeitszeit, entsprechend einer Durchschnittsleistung von 1,6—0,4 cm minutlich, rechnen.

Digitized by Google

2. Schlagbohrmaschinen.

90. — **Allgemeines.** Die mit Preßluft betriebenen Schlagbohrmaschinen, „Bohrhämmer" und „Hammerbohrmaschinen", haben in den letzten 15 Jahren beim deutschen Bergbau eine bemerkenswert schnelle Verbreitung gefunden. Sie haben in kurzer Zeit die Verwendung der Handbohrmaschinen außerordentlich zurückgedrängt, sind vielfach an die Stelle der elektrischen Drehbohrmaschinen getreten und haben schließlich auch in überraschender Weise einen erfolgreichen Wettbewerb mit den Stoßbohrmaschinen aufgenommen.

Als Vorläufer der Schlagbohrmaschinen kann der Frankesche Schrämhammer (s. Ziff. 17, S. 140) gelten, der etwa im Jahre 1890 im Mansfeldschen eingeführt wurde. Es folgte erst im Jahre 1905 der Bohrhammer der Firma Flottmann & Co. zu Herne, der das Verdienst der ersten Einführung dieser Art der Bohrarbeit in Deutschland gebührt. Seither haben fast

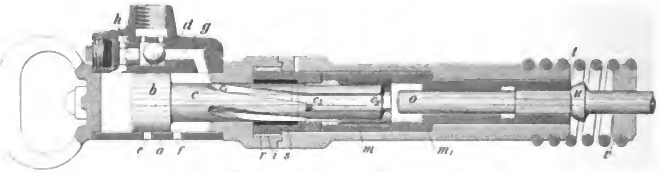


Abb. 190. Flottmannscher Bohrhammer.

sämtliche Bohrmaschinenfirmen die Herstellung und den Vertrieb solcher Maschinen aufgenommen.

Die eigentliche Bohrmaschine besteht aus dem Arbeitszylinder mit Schlagkolben, der Steuerung, der Umsetzvorrichtung und der Einsteckhülse zur Aufnahme des Bohrerendes. Dieses ragt soweit in den Zylinder hinein, daß es die Schläge des Arbeitskolbens empfängt. Es wird also die Arbeit des Fäustelbohrens nachgeahmt. Der Bohrmeißel bleibt ständig in Berührung mit der Bohrlochsohle, während er von dem Schlagkolben eine sehr große Zahl von Schlägen (1200—2500 minutlich) erhält.

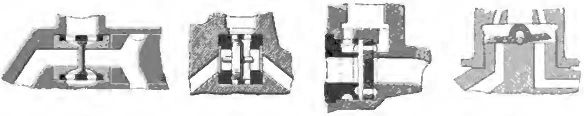
Als Bohrhämmer pflegt man diejenigen Maschinen zu bezeichnen, die mit einem Handgriff versehen sind und demgemäß bei der Arbeit in der Regel frei mit der Hand gehalten und entsprechend dem Tieferwerden des Loches nachgedrückt werden, wenn auch eine gelegentliche Verwendung in Vorschubvorrichtungen nicht ausgeschlossen ist. Dagegen spricht man von „Hammerbohrmaschinen", wenn die Maschinen ohne Handgriff geliefert und in dauernder Verbindung mit einer Vorschubvorrichtung gebraucht werden. Die leichten, für mildes Gestein bestimmten Maschinen werden gewöhnlich als Bohrhämmer, die großen, schweren und für hartes Gestein geeigneten als Hammerbohrmaschinen gebaut. Im übrigen sind sich die Bohrhämmer und Hammerbohrmaschinen in ihrer Wirkungsweise gleich.

In beiden Fällen ist von besonderer Wichtigkeit die Steuerung. Sie muß in Rücksicht auf die hohe Schlagzahl außerordentlich leicht und schnell

Digitized by Google

arbeiten, und es ist insbesondere für einen schnellen, durch nichts gehinderten Auspuff der Abluft Sorge zu tragen. Man kann unter den verschiedenen Steuerungen die Kugel-, Linsen- und Klappensteuerungen, die Kolbensteuerungen und die Steuerungen ohne bewegte Teile unterscheiden.

91. — Die Kugel-, Linsen- und Klappensteuerungen. Die nähere Einrichtung der Steuerungen der ersten Gruppe soll an Hand der Flottmannschen Maschine (Abb. 190) erläutert werden. In einem Zylinder *a* bewegt sich der Kolben *b* hin und her, dessen vordere Kolbenstange *c* als Schlagkopf ausgebildet ist. *g* und *h* sind die Einströmkanäle für die frische Luft. Die Umsteuerung erfolgt durch eine leicht bewegliche Kugel *d*, die zwischen den zwei nahe beieinander befindlichen kreisförmigen Öffnungen der Kanäle *g* und *h* hin und her rollt und abwechselnd die eine und die andere dadurch verschließt, daß sie sich auf die Ringsitze auflegt. Der Auspuff erfolgt durch die Löcher *e* und *f*. Nach der Abb. 190 tritt Preßluft durch *h* hinter den Arbeitskolben und treibt diesen nach vorn. Die Öffnung *f* ist noch frei,



a *b* *c* *d*

Abb. 191 a—d. Bohrhammersteuerungen: *a* der Maschinenfabrik H. Korfmann, *b* der Demag, *c* der Bohrmaschinenfabrik Glückauf (Klerner), *d* der Westfalia-A.-G.

so daß die Luft vor dem Kolben ausströmen kann. Sobald der Kolben seinen Lauf fortsetzt, das Loch *f* überschleift und dagegen das Loch *e* für den Auspuff freigibt, tritt vor dem Kolben Kompression und hinter ihm Druckentlastung ein. Infolge dieser Wirkung wird die Steuerkugel *d* auf den gegenüberliegenden Sitz hinübergeschleudert, und das Spiel wiederholt sich von neuem.

Bei den Bohrhämmern der übrigen Bohrmaschinenfabriken finden wir ganz ähnliche Steuerungen; nur ist die Kugel durch platte Scheiben, konkave oder konvexe Linsen oder ähnliche Steuerkörper ersetzt. Die Abb. 191 zeigt eine Anzahl derartiger Steuerungen, die nach dem Gesagten ohne weiteres verständlich sind. Hierhin gehört auch die von der Maschinenfabrik Westfalia zu Gelsenkirchen bevorzugte Klappensteuerung, die zwar ein etwas anderes Aussehen, aber genau die gleiche Wirkungsweise hat (Abb. 191d).

Alle diese Steuerungen haben den Nachteil, daß der Steuerkörper in seinen Mittelstellungen zwischen den beiden Ventilsitzen, also stets, wenn er in Bewegung ist, der Preßluft den Zutritt zu beiden Zylinderseiten gestattet. Es ist klar, daß damit stärkere Rückstöße, Preßluftverluste und verminderte Leistungen verbunden sind.

92. — Kolbensteuerungen, die man wegen der erwähnten Nachteile der rohen Steuerung mittels Kugel, Linse u. dgl. nach dem Vorbilde der Steuerung bei Stoßbohrmaschinen, nur in entsprechend leichterer Ausführung, einzuführen versucht hat, haben nicht in größerem Umfange Verbreitung gefunden. Der Grund hierfür liegt darin, daß die kleinen, leichten Steuer-

Digitized by Google

kölbchen empfindlich gegen unvermeidliche Verunreinigungen, mitgerissenen Staub oder Rost sind und allzu häufig zu Betriebstörungen Anlaß geben. Zugunsten der höheren Betriebsicherheit pflegt man deshalb bei den vielfach sehr rauh behandelten Bohrhämmern auf den besseren Wirkungsgrad zu verzichten. Nur da, wo von vornherein eine gute Instandhaltung und Pflege der Maschine verbürgt ist (z. B. bei den schweren, an einer Säule befestigten Hammerbohrmaschinen, ferner auch bei Abbauhämmern, die dauernd in der Hand eines und desselben Arbeiters verbleiben), haben sich Kolbensteuerungen gut bewährt.

93. — **Steuerungen ohne bewegte Teile.** Die Ausführung entspricht etwa der in Ziff. 74 (s. Abb. 172), S. 177 gegebenen Beschreibung. Insbesondere haben die Firmen Korfmann zu Witten, Frölich & Klüpfel zu Unterbarmen und die Fabrik für Bergwerksartikel zu Sprockhövel diesen Weg beschritten. Bohrhämmer mit solchen Steuerungen arbeiten mit einer verhältnismäßig hohen Schlagzahl, die bei günstigem Gestein in einer entsprechend erhöhten Wirkung zum Ausdruck kommt. Namentlich ist dies der Fall, solange die Maschine neu ist und der Kolben keinen Verschleiß aufweist. Auch der Luftverbrauch ist verhältnismäßig nicht hoch. Sobald freilich Abnutzung eintritt, sinkt die Leistung und der Luftverbrauch steigt, so daß es geraten ist, den Arbeitskolben durch einen neuen zu ersetzen. Die Gleichmäßigkeit in Leistung und Luftverbrauch ist jedenfalls geringer als bei den Maschinen mit bewegten Steuerungsteilen.

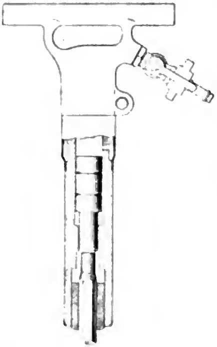


Abb. 192.
Bohrhammer für Handumsetzung.

94. — **Die Umsetzvorrichtung.** Bei Bohrhämmern und Hammerbohrmaschinen für hartes Gestein läßt man vielfach die Umsetzvorrichtung ganz fort, und das Umsetzen findet mit Hand statt. Bei Bohrhämmern pflegt man zu diesem Zwecke den Griff nach Abb. 192 zu erbreitern, so daß er bequem mit beiden Händen gefaßt und gehandhabt werden kann. Bei Hammerbohrmaschinen bringt man Hebel an (vgl. Abb. 198, S. 197), mittels deren die Drehung der Maschine leicht erfolgen kann. Durch das Fehlen jeder Hemmung in der Bewegung des Schlagkolbens erfolgen die Schläge außerordentlich kräftig und sind von großer Wirkung. Auch darf das Umsetzen gerade in hartem Gestein ohnehin nur verhältnismäßig langsam erfolgen, da der Meißel bei dem einzelnen Schlage nur ganz wenig in das Gestein eindringt. Vorteilhaft ist schließlich die Verringerung der verschleißenden Teile.

In mildem Gestein kann man dagegen auf die regelmäßige selbsttätige Umsetzung nach jedem Schlage nicht verzichten. Die Einrichtungen hierfür sind in ihrer allgemeinen Anordnung denjenigen für Stoßbohrmaschinen ähnlich (vgl. Ziff. 76 auf S. 179). Da aber der Schlagkolben der Bohrhämmer nicht starr mit der Bohrstange verbunden ist, sind besondere Vorkehrungen nötig, um die dem Kolben erteilte Drehbewegung auf den Bohrer zu über-

Digitized by Google

tragen. Ferner pflegt man das Sperrad vor den Schlagkolben zu verlegen und die Züge der Drallspindel auf die Kolbenstange selbst zu schneiden, um nicht den Kolben durch die hintere Bohrung für die Drallspindel allzusehr zu schwächen und sein Schlaggewicht zu vermindern.

Die übliche Bauart erhellt aus der Abb. 190. Das Sperrad ist mit *i* und die Drallmutter mit *r* bezeichnet. Auf die Kolbenstange *c*, und zwar von c_1 bis c_2, sind die Drallzüge für die Drallmutter *r* und außerdem von c_2 bis c_3 die gerade verlaufenden Nuten für die einspringenden Nasen der Hülse *m* eingeschnitten. Diese letztere vermittelt in Gemeinschaft mit dem fest mit ihr verbundenen Stück m_1 die Mitnahme des Bohrmeißels durch den beim Rückgange gedrehten Kolben, indem sie mit vorspringenden Nasen in Längsnuten der Bohrstange *c* eingreift und so auch den in m_1 verlagerten Bohrer zur Drehung zwingt.

95. — Die Befestigung der Bohrer in der Maschine. Zur Aufnahme des Bohrers dient die Einsteckhülse. Die Verbindung zwischen dieser und dem Bohrer muß so beschaffen sein, daß der Bohrer an der Drehung der Hülse teilzunehmen gezwungen ist, im übrigen aber eine gewisse Vorwärtsbewegung machen kann, sobald er durch den Schlag des Arbeitskolbens getroffen wird. Diese freie Beweglichkeit nach vorn muß aber begrenzt sein, denn zum Zwecke des Herausziehens des Bohrers aus dem Loche muß der Bohrer auch der Rückwärtsbewegung der Maschine folgen.

Den genannten Bedingungen entspricht der gewöhnliche Bajonettverschluß, der öfter angewandt worden ist. Da er aber eine umständliche und sorgfältige Schmiedearbeit zur Voraussetzung hat, zieht man vielfach andere Verbindungen vor, die dem Bohrerende eine einfachere Gestalt zu geben gestatten. Nach Abb. 190 auf S. 190 ist der Bohrer in seinem im vorderen Hülsenende steckenden Teile als Vierkant ausgebildet, so daß hierdurch die freie Drehbarkeit beseitigt ist. Außerdem trägt er einen Bund *u*, der beim Herausziehen des Bohrers aus dem Loche sich gegen das von der Feder *t* gehaltene Endstück *v* legt. Die Bohrung in diesem muß so eng sein, daß sie dem Bunde den Durchgang nicht gestattet, wird aber im übrigen entsprechend der Form des Meißels etwas aufgeschlitzt, so daß man diesen hindurchstecken kann. Bei dem jedesmaligen Bohrerwechsel muß die Feder *t* abgeschraubt werden. Mit der gleichen Wirkung wendet man auch geschlossene Überwurfhülsen an, die auf das Maschinenende aufgeschraubt werden. Solche Hülsen sind dauerhafter als Federn; dafür wird ihr Schraubengewinde leicht schlotterig.

96. — Der Zusammenbau der Teile zu einem Bohrhammer. Den Zusammenbau der einzelnen Teile und das äußere Aussehen der Maschine zeigt Abb. 193. Der Griff, der Zylinder, der Vorderteil mit Überwurffeder, das Steuergehäuse und der Einlaßhahn sind daran gut kenntlich. Bemerkenswert sind noch die seitlichen Schraubenbolzen, die den Griff und den hinteren Zylinderdeckel mit dem Vorderteil unter Einschaltung von Pufferfedern verbinden. Diese federnde Verbindung der Endstücke mit dem Zylinder ist unbedingt erforderlich, damit die Rückstöße verringert werden und bei den im Gebrauche unvermeidlichen Leerschlägen der Maschine der Zylinder nicht in kürzester Zeit zertrümmert wird.

Digitized by Google

Im allgemeinen sucht man der Maschine glatte Außenformen zu geben, die die Handhabung erleichtern und dem haltenden Arbeiter nicht lästig werden.

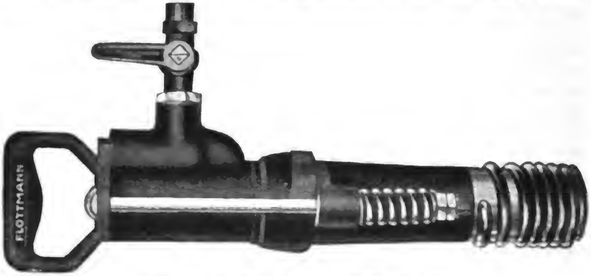


Abb. 193. Ansicht des Flottmannschen Bohrhammers.

97. — **Elektrisch betriebene Bohrhämmer.** Auch bei den Bohrhämmern hat man sich verschiedentlich bemüht, den Preßluftantrieb durch elektrischen Strom zu ersetzen, um so die Unwirtschaftlichkeit der Preßluft und insbesondere ihre unbequemen Leitungen zu vermeiden. Freilich ist der Elektromotor seiner ganzen Eigenart nach für die Arbeitsweise der Bohrhämmer noch weniger als für Stoßbohrmaschinen geeignet. Es bietet allzuviel Schwierigkeiten, die an sich gleichförmige und regelmäßige Umdrehung eines Elektromotors auf einfache Weise in eine minutlich etwa 1500fach wiederholte, hin und her gehende Wurf- oder Schlagbewegung mit ihren plötzlichen Geschwindigkeitsänderungen und Umkehrungen der Bewegungsrichtung umzuwandeln. Wie bei den elektrischen Stoßbohrmaschinen (s. S. 182 u. f.) sind auch hier einerseits elektromagnetische Hämmer und anderseits Hämmer mit Kurbelantrieb vorgeschlagen worden[1]). Die bisherigen Versuche mit diesen Bauarten haben aber nicht zu einem dauernden Erfolge geführt. Die Hämmer besaßen zu viele und dazu einem starken Verschleiße ausgesetzte Teile. Auch blieben die Leistungen hinter denen der Preßlufthämmer zurück.

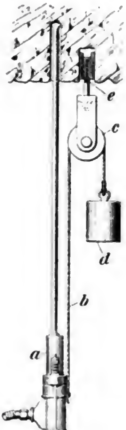


Abb. 194. Vorschubvorrichtung für Bohrhämmer mittels aufgehängten Gegengewichtes.

98. — **Einrichtungen zur Erleichterung des Vorschubes von Bohrhämmern.** Bei nicht zu hartem Gestein, in dem das Loch in wenigen Minuten abgebohrt wird, und insbesondere bei abwärtsgerichteten Bohrlöchern, bewährt sich der einfache Vorschub mit der

[1]) Zeitschr. d. Oberschles. Berg- u. Hüttenm. Ver. 1915, Nov.-Dez.-Heft, S. 239; Gerke: Zur Frage des elektrischen Bohrhammers.

Digitized by Google

Hand. Dagegen wächst der durch das Halten und das Andrücken des Hammers erforderliche Kraftaufwand um so mehr, je härter das Gestein, je schwerer der Hammer und je steiler das Bohrloch nach oben gerichtet ist. Man sucht alsdann nach Hilfsmitteln, den Vorschub zu erleichtern, wenn man nicht überhaupt zur Verwendung von sog. Hammerbohrmaschinen (s. Ziff. 99) übergeht.

Abb. 195. Vorschubvorrichtung für Bohrhämmer mittels Preßluft in Standrohrausbildung.

Die einfachste Einrichtung zur Erleichterung der Handhabung und des Vorschubes der Bohrhämmer sind Gegengewichte. Ein Beispiel hierfür gibt die Abb. 194. Der Bohrhammer *a* wird von einem dünnen Drahtseile *b* gehalten, das über eine Rolle *c* geführt ist und an seinem anderen Ende das Gegengewicht *d* trägt. Die Rolle hängt an einem Keilstück *e*, das in einem besonders gebohrten kurzen Bohrloche festgeklemmt ist.

In Aufbrüchen wird gern der Preßluftvorschub, der auch bei den Hammerbohrmaschinen wiederkehrt, benutzt. Ein Zylinder und ein Kolben, auf dessen herausragendem Ende der Bohrhammer befestigt wird, stecken fernrohrartig ineinander. Dadurch, daß man Preßluft in den Zylinder führt, treibt man den Kolben heraus, und der Bohrhammer mit dem Bohrer wird gegen das Gestein gedrückt und folgt dem Tieferwerden des Loches. Der Zylinder erhält einen Fuß und wird nach Art der Standrohre bei den Handbohrmaschinen benutzt, indem man ihn gegen ein Widerlager setzt.

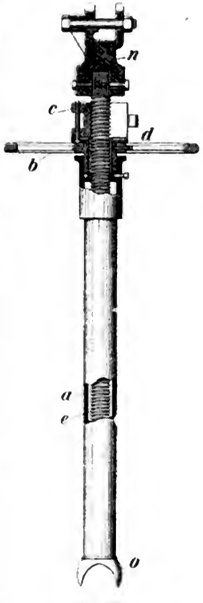


Abb. 196. Schraubenvorschubvorrichtung für Bohrhämmer.

Bei dem Preßluftvorschube muß man mit der Schwierigkeit rechnen, daß der Druck, mit dem die Maschine gegen das Gestein gepreßt wird, je nach den Verhältnissen entweder zu groß oder zu gering und nur in Ausnahmefällen gerade passend ist. Namentlich für weiches Gestein wirkt der Preßluftvorschub vielfach zu kräftig. Flottmann wendet deshalb Vorschubsäulen an, bei denen der zur Wirkung kommende Druck der Preßluft eingestellt werden kann. In dem Zylinder *a* (Abb. 195) bewegt sich der

Digitized by Google

hohle Kolben *e*, auf dem oben mittels des Klemmstückes *n* der Bohrhammer befestigt werden kann. Der Hohlkolben ist unten durch den zylindrischen Stopfen *f* geschlossen, der mit einer Längsbohrung *h* versehen ist und auf der Gummiplatte *g* steht. Diese wieder liegt auf dem den Abdichtungstulp *c* tragenden Kolben *b*. Zwischen *b* und *e* ist eine Feder *i* eingeschaltet, die auf denjenigen Druck eingestellt wird, mit dem man bohren will. Die von oben durch den Anschlußstutzen *l* zugeführte Preßluft strömt über den Kanal *h* und die Bohrung *k* unter das Stück *b* und hebt dieses und den Kolben solange an, bis der Bohrer gegen das Gestein stößt und der Zylinder *f* gegen die Gummiplatte gepreßt wird. Alsdann kann keine Druckluft weiter unter den Kolben treten. Sobald aber beim Bohren das Bohrloch tiefer wird, kann die Feder *i* sich ausdehnen und wiederum Preßluft unter den Kolben treten und diesen anheben. Es kann also immer nur ein durch die Spannkraft der Feder *i* bedingter Preßluftdruck unterhalb des Kolbens herrschen.

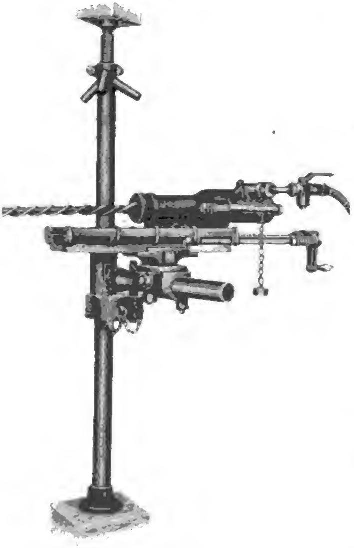


Abb. 197.
Hammerbohrmaschine von H. Flottmann.

Einfacher sind die Aufbruch-Schraubensäulen, wie sie z. B. ebenfalls von Flottmann geliefert werden (Abb. 196). Das Nachrücken der auf einer Schraubenspindel befestigten Maschine wird durch Drehung der Schraubenmutter *c* mittels des Handrades *d* bewirkt. Der Arbeiter lernt es leicht, dem Tieferwerden des Loches durch Betätigung der Schraubenmutter zu folgen. Man kann sich so besser, als es bei dem Preßluftvorschube möglich ist, dem wechselnden Verhalten des Gebirges anpassen.

Schließlich kann man auch den Bohrhammer in Verbindung mit einer Spannsäule, einem Vorschubschlitten und einer Vorschubspindel benutzen, indem man ihn in das Gleitstück des Vorschubschlittens einlegt und hier festklemmt. Man erhält so die durch Abb. 197 dargestellte Wirkungsweise einer Hammerbohrmaschine, nur mit dem Unterschiede, daß der Bohrhammer jeweilig aus dem Gleitstück gelöst und auch allein für sich verwendet werden kann.

Digitized by Google

99.—Die Hammerbohrmaschinen. Wie schon oben gesagt, besteht bei den Hammerbohrmaschinen eine dauernde Verbindung zwischen der eigentlichen Bohrmaschine und der Vorschubeinrichtung. Diese kann aus einem an einer Spannsäule oder einem Dreifuß befestigten Schlitten mit Vorschubspindel oder aus einer Preßluftvorschubsäule bestehen.

Die erste Art der Verlagerung zeigt Abb. 197. Der hiernach ohne weiteres verständliche Vorschub entspricht völlig demjenigen der Stoßbohrmaschinen (s. Ziff. 77). Außer dem Spindelvorschub hat die Maschine eine weitere Verstellbarkeit in der Richtung des Bohrloches dadurch, daß der Schlitten selbst mit den an seiner unteren Seite vorgesehenen Führungsleisten in einem Halter verschiebbar gelagert ist. Durch Ausnutzung beider Verschiebungsmöglichkeiten kann ein Gesamtvorschub von 1230 mm erreicht werden.

Einen Preßluftvorschub besitzt die durch Abb. 198 dargestellte Hammerbohrmaschine der Demag. Bei Aufbrucharbeiten wird die Maschine einfach mit dem Fuße gegen ein Widerlager gesetzt, in Streckenbetrieben wird der Vorschubzylinder etwa so, wie dies Abb. 200 zeigt, an einer Spannsäule befestigt. Der Luftanschluß *b* befindet sich am Vorschubzylinder *c*, aus dem die Luft über einen besonderen Hahn *d* zur Steuerung *e* der Maschine gelangt. Eine selbsttätige Umsetzvorrichtung ist nicht vorhanden, vielmehr wird der Bohrer mit Hand mittels des Hebels *f* umgesetzt. Die Maschine wird sowohl für Luft- als auch für Wasserspülung gebaut; die letztere ist in der Abbildung dargestellt. Der Anschluß des Wasserschlauches *g* befindet sich am vorderen Zylinderdeckel *h*. Durch Auswechseln dieses Deckels, des Zwischenkolbens *i* und der Zwischenführung *k* kann die Maschine in eine solche mit Luftspülung umgewandelt werden.

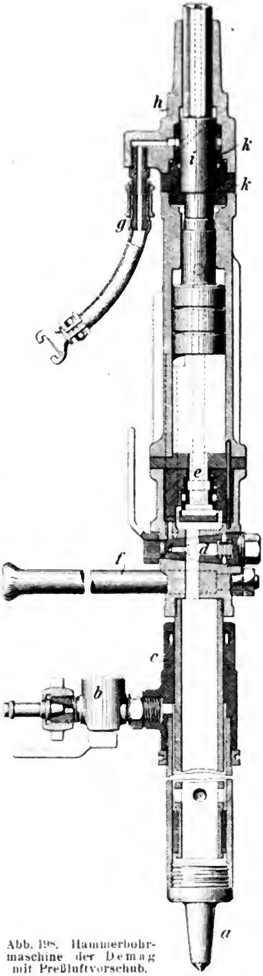


Abb. 198. Hammerbohrmaschine der Demag mit Preßluftvorschub.

Digitized by Google

Die Hammerbohrmaschine wiegt 37 kg und besitzt 450 mm nutzbaren Vorschub. Der Luftverbrauch stellt sich auf 1,5—1,6 cbm angesaugte Luft je Minute.

Durch besondere Eigenart zeichnet sich die Hammerbohrmaschine der Siegener Maschinenbau A.-G., Abt. Eiserfeld, aus, deren Preßluft-Vorschubeinrichtung für die Befestigung an Spannsäulen bestimmt ist (Abb. 199 und 200).

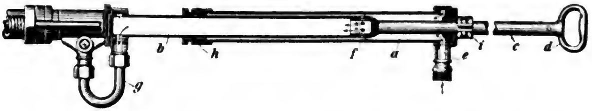


Abb. 199. Schnitt durch die Preßluft-Vorschubvorrichtung der Siegener Maschinenbau A.-G. (Vgl. Abb. 200.)

Der Vorschubzylinder *a* wird an einer Spannsäule befestigt, die von leichter Bauart sein kann, weil die Erschütterungen der Maschine hauptsächlich von dem Luftpolster des Zylinders aufgenommen werden und somit auf die Säule selbst nur gemildert zur Wirkung kommen. Der Vorschubkolben *b*, der an seinem vorderen Ende die Maschine trägt, ist hohl und nach hinten zu einer herausragenden Stange *c* mit Griff *d* verlängert. Die bei *e* eintretende Preßluft wird über die Löcher *f* in den Hohlkolben und von diesem über das Anschlußrohr *g* zum Bohrhammer geführt, so daß die den Vorschub bewirkende Luft dem Werkzeuge zuströmt. Beim Ansetzen des Loches hilft man durch Halten des Griffes *d* etwas nach, wobei man noch nicht den vollen Luftdruck wirken zu lassen pflegt. Ist das Loch angesetzt, so öffnet man den Hahn ganz, und das Bohren geschieht selbsttätig. Hat der Kolben seinen Vorschub vollendet, so bleibt die Maschine stehen, da die Löcher *f* in die Stopfbüchse *h* treten und so der Luftzutritt zur Maschine abgesperrt wird. Damit in minder harten Schichten der Vorschubdruck nicht zu groß wird, ist an der Kolbenstange eine Bremse *i* angebracht. Mittels dieser kann der Vorschubdruck stets der Gesteinshärte entsprechend geregelt werden.

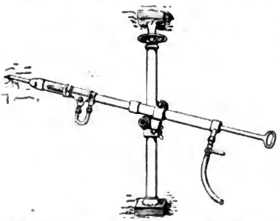


Abb. 200. Ansicht der Preßluft-Vorschubvorrichtung nach Abb. 199.

Dem Nachteile der Hammerbohrmaschinen, daß sie schwer und unhandlich sind, steht der Vorteil gegenüber, daß sie den Bergmann während der Bohrarbeit entlasten, gegen die Rückschläge sichern und in größerer Entfernung vom Bohrloche halten, also vor dem Staube schützen. Namentlich in Aufbrüchen und bei Ortsbetrieben im festen Gestein werden deshalb die Hammerbohrmaschinen gern und mit Nutzen angewandt.

100. — Die Fortschaffung des Bohrmehls aus dem Bohrloche. Die Beseitigung des Bohrmehls macht bei den Bohrhämmern und Hammer-

Digitized by Google

bohrmaschinen größere Schwierigkeiten als bei den Stoßbohrmaschinen, weil der Rückzug des Bohrers fehlt und deshalb das Bohrmehl weniger in Bewegung gehalten wird. Deshalb pflegt man nur bei aufwärts gerichteten Löchern, aus denen das Bohrmehl frei herausfällt, die gewöhnlichen, aus glatten, runden Stahlstangen bestehenden Bohrer zu benutzen.

Bei wagerecht und einfallend verlaufenden Löchern wendet man mit großem Vorteil Schlangenbohrer an. Die selbsttätige Umsetzvorrichtung der Maschinen bewirkt, daß die Bohrer etwa 100—180 Umdrehungen in der Minute machen, wobei das Bohrmehl durch die Schlangenwindungen ebenso wie bei den Drehbohrmaschinen herausgeschraubt wird.

Ist man in der Lage, das Loch dauernd mit Wasser gefüllt zu halten, so gelingt es sogar, mit dem Schlangenbohrer senkrecht nach unten gerichtete

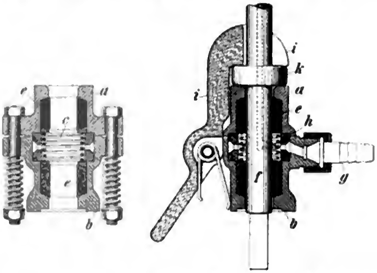


Abb. 201. Flottmannsche Wasserspülvorrichtung für Bohrhammer.

Bohrlöcher von 1,0—1,5 m Tiefe ohne Unterbrechung und ohne Auswechselung des Bohrers herzustellen. Sonst arbeitet man bei abfallenden Löchern gern mit Luftspülung, indem man Hohlbohrer anwendet und die Abluft zum Teil durch den Bohrer abführt und durch ein an der Bohrerschneide seitlich angebrachtes Loch entweichen läßt.

Statt der Luftspülung wendet man öfter auch Wasserspülung an. Sie hat neben der Beseitigung des Bohrmehls noch die Vorteile, daß Staubbildung verhütet, der Bergmann hierdurch weniger belästigt und der Bohrer gekühlt wird. Anderseits ist aber die Anbringung eines Wasseranschlusses an den Hohlbohrer immerhin lästig, da es wegen der Erschütterungen b im Bohren sehr schwierig ist, den Anschluß dauernd gut abzudichten.

In Ziff. 99 ist bereits eine Wasserspülvorrichtung für Hammerbohrmaschinen kurz beschrieben. Abb. 201 zeigt die Flottmannsche Wasserspülvorrichtung. Die Vorrichtung besteht aus einer quer zur Längsachse geteilten Muffe *a b*, in deren Innerem eine Spiralfeder *c* vorgesehen ist, die die aus Lederpackungen *e e* bestehenden Dichtungen fest gegen ihren Sitz und an die Bohrstange preßt. Das Wasser gelangt aus der Anschlußleitung *g* durch mehrere Öffnungen des Führungsringes *h* in das Innere des Gehäuses unmittelbar vor die Öffnung des Hohlbohrers und durch diesen bis auf die Sohle des Bohrlochs. Das aus der Vorrichtung herausragende

Digitized by Google

Vierkantstück des Bohrers wird in den Bohrhammer gesteckt. Die gabelförmige Klinke *i* am Gehäuse greift vor den Bund *k* des Bohrers und schützt so die Muffe vor Verschiebungen auf der Bohrstange.

101. — Die Staubbildung und ihre Bekämpfung. Bei der Arbeit mit Bohrhämmern wird das zerbohrte Gebirge in viel höherem Grade zu feinstem Staube zertrümmert und gleichsam zermahlen, als dies bei den

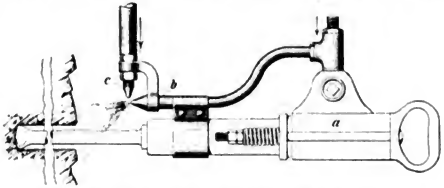


Abb. 202. Wasserspritzvorrichtung an Bohrhämmern der Maschinenfabrik Glückauf.

Drehbohrmaschinen und auch bei den langsamer arbeitenden Stoßbohrmaschinen geschieht. Die Staubbildung ist bei Anwendung der Luftspülung und außerdem bei aufwärts gerichteten Löchern am größten, während sie bei der Verwendung von Schlangenbohrern, die das Bohrmehl bei annähernd wagerecht verlaufenden Löchern verhältnismäßig langsam herausschrauben, weniger lästig fällt. Der bedienende Mann ist dem Staube namentlich dann sehr ausgesetzt, wenn er beim Bohren die Maschine selbst in den Armen hält und deshalb in nächster Nähe des Bohrloches stehen muß.

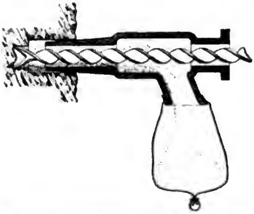


Abb. 203. Staubauffangvorrichtung für Bohrhämmer der Maschinenfabrik Glückauf.

Von den verschiedenen Abhilfemaßnahmen wirkt am durchgreifendsten die Wasserspülung, bei deren Anwendung der Staub völlig unterdrückt wird. Freilich wird dadurch die Maschine umständlicher in der Handhabung, und der Bedienungsmann muß die Belästigungen durch die Nässe mit in den Kauf nehmen. In der Ausführung einfacher, im Erfolge freilich nicht ganz so durchschlagend ist die Verwendung des Wassers in Gestalt eines fein verteilten Wasserstrahls, der seinen Sprühregen gegen die Bohrlochmündung richtet und den Staub beim Herausquellen aus dem Loche niederschlägt. Die Strahldüse kann zu diesem Zwecke an der Maschine selbst oder auch an dem etwa vorhandenen Gestell befestigt werden. Abb. 202 zeigt eine Vorrichtung der Bohrmaschinenfabrik Glückauf in Gelsenkirchen, wonach ein Strahl der aus *b* ausblasenden Preßluft saugend auf das in einem Wasserbehälter endigende Rohr *c* wirkt und das austretende Wasser in feinem Sprühregen gegen die Bohrlochmündung treibt. Noch einfacher, aber weniger wirksam ist es, wenn man ein mit Wasser getränktes Tuch dicht vor der Bohrlochmündung um den Bohrer legt.

Digitized by Google

Man hat ferner nach Abb. 203 versucht, den Staub schon beim Austritt aus dem Loche abzufangen. Dem gleichen Zwecke dienen federnde Hülsen aus Segelleinen, die über den Bohrer geschoben werden und sich zwischen Gesteinswand und Bohrhammer einspannen. Es muß dann aber die Maschine entgegen dem beim Tieferwerden des Loches wachsenden Drucke der Spiralfeder vorgeschoben werden.

Besonders brennend ist die Frage der Staubbeseitigung in Aufbruchbetrieben[1]), da der von oben herabrieselnde Staub den Bergmann außerordentlich belästigt. Der Ansatzpunkt der Bohrlöcher zu Häupten der Leute läßt Wasserspülung und die Verwendung von Spritzwasser als ausgeschlossen erscheinen. In solchen Fällen haben sich Staubableitungen in Verbindung mit Aufbruchstützen bewährt, wie Abb. 204 deren eine zeigt. Die Aufbruchstütze selbst ist schon in Ziff. 99 beschrieben und ihre Wirkung durch Abb. 198 erläutert. Die Staubableitung besteht aus dem durch Schelle *a* an der Stütze befestigten Gasrohr *b*, an dem oben der Trichter *c* und unten der Schlauch *d* angebracht sind. Der Trichter ist zweiteilig und in der Mitte der Bohrerachse aufklappbar, wobei sich die für den Durchgang des Bohrers halbkreisförmig ausgeschnittenen, schrägen Bodenbleche etwas überdecken.

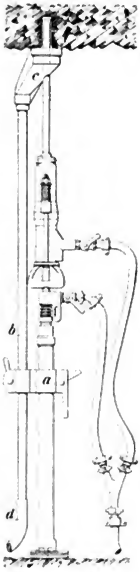


Abb. 204. Aufbruchstütze mit Staubableitung.

Andere Ausführungen gehen dahin, daß man in dem Rohre *b* (Abb. 204) eine Preßluft-Strahldüse anordnet und den Staub absaugen läßt. Auf diese Weise hält man den Arbeitsort in besonders wirksamer Weise staubfrei. Allerdings macht alsdann die Niederschlagung des durch den Luftstrom fortgeführten und heftig aus dem Schlauche geblasenen Staubes Schwierigkeiten, so daß die Staubbelästigung nur örtlich verschoben, nicht beseitigt wird.

102. — Die Behandlung der Bohrer. Die große Verbreitung, die das Bohren mit Bohrhämmern in den letzten Jahren gefunden hat, hatte eine erhebliche Steigerung des Verbrauches an Bohrern zur Folge. Größere Gruben mit zahlreichen Gesteinsbetrieben haben täglich mehrere hundert Bohrer zu schärfen.

Die Bohrer werden zweckmäßig aus Gußstahl hergestellt, dessen Kohlenstoffgehalt zwischen 0,5 und 0,95 % schwankt. Ein solcher Stahl verbindet in günstiger Weise Härte und Zähigkeit und ist genügend härtbar. Durch die andauernden Erschütterungen bei der Bohrarbeit wird der Stahl infolge Änderung seines Gefüges allmählich brüchig. Schädlich ist insbesondere das Bohren mit stumpfen Bohrern. Das Stumpfwerden des Bohrers hat

[1]) Glückauf 1921, Nr. 30, S. 705 u. f.; Wedding: Staubbeseitigung beim Gesteinbohrbetriebe in Aufbrüchen; — ferner ebenda Nr. 40, S. 960 u. f.; Huhn: Staubbeseitigung beim Gesteinbohrbetriebe.

Digitized by Google

nicht nur ein Sinken der Leistung zur Folge, sondern es beschleunigt auch die Gefügeänderung des Stahles und begünstigt so das Brechen der Bohrstange. Ein großer Teil der Bohrerbrüche ist auf das Arbeiten mit stumpfen Bohrern zurückzuführen.

Beim Schärfen des Bohrers sind folgende Arbeitsvorgänge zu unterscheiden: 1. das Erwärmen des Stahls für das Schmieden, 2. das Schärfen der Schneide, 3. das nochmalige Erwärmen für das Härten und 4. das Härten.

Bei dem ersten Erwärmen des Stahls für das Schärfen ist zur Vermeidung des sog. Verbrennens acht darauf zu geben, daß eine gewisse, zwischen 800 und 900° liegende Temperatur (kirschrot) nicht überschritten wird. Zweckmäßig wird der Stahl im Feuer gedreht, damit eine gleichmäßige Erwärmung eintritt. Dann wird die Schneide herausgeschmiedet und geformt. Da das Ausschmieden der Schneiden von Hand zeitraubend und teuer ist und außerdem eine gewisse Fertigkeit verlangt, wendet man jetzt vielfach

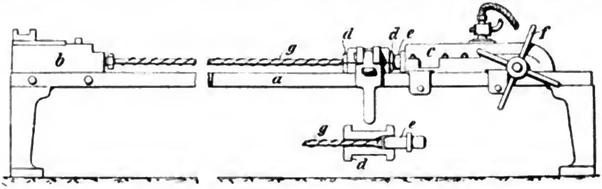


Abb. 205. Bohrerschärfmaschine.[1])

Bohrerschärfmaschinen an. Hierdurch lassen sich die Schärfkosten erheblich ermäßigen; außerdem sind die maschinell geschärften Bohrer gleichmäßiger und behalten länger ihre Schärfe. Eine solche Schärfmaschine (Abb. 205) besteht aus dem Bett *a*, dem Widerlager *b*, gegen das der Bohrer beim Anschärfen der Schneide sich abstützt, und dem mittels Hebelrad *f* verschiebbaren Bohrerschärfhammer *c* mit dem ebenfalls verschiebbaren Gesenk *d*, das sich zum Zwecke des Einlegens des Bohrers aufklappen läßt. Die vorgeschmiedete, glühend gemachte Schneide wird in das geöffnete Gesenk gelegt (s. Nebenabbildung) und dieses geschlossen. Das Gesenk sowohl wie der dem Schärfhammer aufgesetzte Stauchkopf *e* sind entsprechend der zu schärfenden Schneide geformt, so daß sich diese bei der nun folgenden Arbeit des Hammers herausbildet. Für jede Schneidenbreite muß entweder ein besonderes Gesenk zur Anwendung kommen, oder der Meißel muß nachträglich auf die richtige Breite gebracht werden. In dieser Weise lassen sich mit einer Maschine in einer Stunde bis zu 30—40 Meißel schärfen.

Nach dem Schärfen wird die Schneide gehärtet, um die beim Formgeben auftretenden Spannungen zu beseitigen und die Schneide genügend widerstandsfähig zu machen. Das Härten wird in der üblichen Weise so ausgeführt, daß der Stahl bis auf Dunkelrotglut erwärmt, abgekühlt und dann angelassen wird.

[1]) Bergbau 1916, Nr. 30, S. 465 u. f.: Gerke: Die neuen Bauarten von Bohrerschärfmaschinen.

Digitized by Google

103. — Leistungen, Luftverbrauch und Anwendbarkeit der Bohrhämmer. Die Bohrhämmer stehen zwar an Kraft des einzelnen Schlages bedeutend hinter den Stoßbohrmaschinen zurück, weil ein großer Teil der lebendigen Arbeit des Kolbens durch den elastischen Rückstoß zwischen Kolben und Bohrerkopf vernichtet wird und weil diese lebendige Arbeit ohnehin schon wegen der geringen Masse des Kolbens nur klein ist. Doch wird dieser Mangel bei allen nicht besonders harten Gesteinen durch die große Zahl der Schläge mehr als ausgeglichen. Daher sind die Leistungen in mildem Gebirge, z. B. in Tonschiefer, Kohle, Minette und Gesteinen von ähnlicher Beschaffenheit, außerordentlich hoch und erreichen vielfach 40, 60, ja 80 cm in der Minute. Je fester das Gestein ist, um so mehr sinken freilich die Leistungen, erreichen aber in festem Granit immer noch 4—8 cm in der Minute. Am schlechtesten sind die Ergebnisse in sehr hartem, quarzigem Gestein, besonders dann, wenn dessen Härte wechselt. Sehr schlecht lassen sich z. B. quarzige Konglomerate bohren, in denen man kaum mehr als einige Zentimeter minutlich leistet, wobei man noch mit häufigen Klemmungen und Störungen zu tun hat. In solchem Falle sind Stoßbohrmaschinen weit leistungsfähiger, da sie sich infolge ihres langen Hubes leichter frei arbeiten.

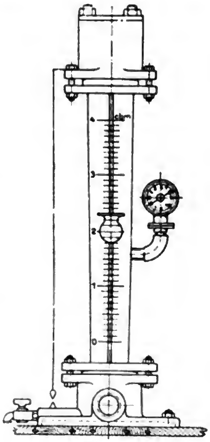


Abb. 208.
Luftmesser der Demag.

Es kommen aber noch andere Gründe hinzu, die die Anwendbarkeit der Bohrhämmer im praktischen Betriebe begünstigen. Vor allen Dingen ist es ihre geringe Größe und das mäßige Gewicht, die gestatten, mit diesen Maschinen auch in beengten und sonst schlecht zugänglichen Räumen zu arbeiten. Namentlich in Aufbrüchen und steilen Aufhauen kommen diese Vorzüge zur vollen Geltung. Da man keine Spannsäule braucht, sind keine anderen schweren Teile als allein die verhältnismäßig leichten Hämmer heran- und vor dem Schießen wieder fortzuschaffen, was selbst in den engen Aufbrüchen und Aufhauen leicht möglich ist.

Auch in Querschlägen bietet die Verwendung der Bohrhämmer insofern erhebliche Vorteile, als man mit der Bohrarbeit schon wieder beginnen kann, ehe noch das Aufräumen der Schuttmassen des letzten Abschlages beendet ist. Die Mannschaft bohrt, noch auf den Bergemassen stehend, weiter, während gleichzeitig das losgeschossene Gestein fortgeladen wird.

Der Luftverbrauch der Bohrhämmer sollte im Interesse der Grube von Zeit zu Zeit immer wieder nachgeprüft werden, da er durch Verschleiß bedeutend stärker und rascher als bei Stoßbohrmaschinen gesteigert wird

Digitized by Google

und außerdem in dieser Beziehung die einzelnen Bohrhämmer ebenso wie die verschiedenen Maschinengattungen sich ganz verschieden verhalten. Bei Überschreitung eines gewissen Luftverbrauchs ist die Auswechselung des Bohrhammers zu empfehlen. Einen einfachen Luftmesser zeigt Abb. 206. Der Messer besteht in der Hauptsache aus einem sich nach oben konisch erweiternden, geeichten Glasrohr, das von unten nach oben vom Preßluftstrome durchflossen wird. In diesem genau lotrecht aufzustellenden Rohre (das Lot ist links auf der Abbildung sichtbar) befindet sich ein Aluminiumschwimmer, der je nach der Menge der durchströmenden Luft bis zu einer gewissen, an einem Maßstab abzulesenden Höhe angehoben wird. Die Messung erfolgt mit einer Genauigkeit von etwa 1%. Ein guter Bohrhammer mittlerer Größe verbraucht in gutem Zustande nur etwa 150 l Preßluft minutlich, was bei 4 Atm. Überdruck 750 l angesaugte Luft oder rund 4½ PS Kompressorarbeit bedeutet.

Vergleicht man diese Zahlen mit denjenigen, die für Leistungen und Luftverbrauch der Stoßbohrmaschinen angegeben sind (s. Ziff. 80, S. 182) und zieht man schließlich den geringen Preis der Bohrhämmer von nur 140—180 ℳ in Rücksicht, so ist ihre große Verbreitung durchaus erklärlich. Stoßbohrmaschinen werden voraussichtlich in Zukunft nur noch dann angewandt werden, wenn die Härte und Beschaffenheit des Gesteins dazu zwingen. Als besonderer Vorteil der Stoßbohrmaschinen bleibt freilich bestehen, daß sie gleichzeitig auch für Schrämzwecke benutzt werden können (s. Ziff. 25, S. 146 u. f.), was in gleicher Weise bei Bohrhämmern nicht der Fall ist.

104. — **Zusammenfassender Rückblick auf die verschiedenen Bohrmaschinengattungen.** Die Zahlen der auf S. 205 folgenden Zusammenstellung können nur einen ungefähren Überblick über die mannigfaltigen Verhältnisse geben. Zahlen über die Bohrleistungen sind fortgelassen, da diese in erster Linie von der Art des Gesteins abhängen.

B. Anhang.

105. — **Die Bedeutung der Druckluftwirtschaft**[1]) erhellt aus dem Umstande, daß auf den Zechen des Ruhrbezirkes durchschnittlich etwa 25% der Dampferzeugung für die Herstellung von Druckluft verbraucht werden. Je 1 t Förderung ergab sich 1921 ein Druckluftverbrauch, der zwischen 150 und 250 cbm angesaugter Luft schwankte. Als Drucklufterzeuger kommen in erster Linie Kolben- und Turbokompressoren in Betracht. Erstere eignen sich insbesondere für geringere Saugleistungen (6000—8000 cbm stündlich) bei wechselnder Belastung, letztere für größere Luftmengen (10000 bis

[1]) Wegen der besonderen Rolle, die die Druckluft bei den Gewinnungsarbeiten spielt, mögen hier einige Hinweise und Zahlen eingeschaltet werden, deren Kenntnis für eine sorgsame, wirtschaftliche Betriebsführung notwendig ist. Hingewiesen sei hierbei auf Glückauf 1922, Nr. 12, S. 346 u. f.; Goetze: Untersuchungen auf dem Gebiete der Druckluftwirtschaft; — ferner ebenda 1921, Nr. 14, S. 313 u. f.; Reiser: Betriebserfahrungen aus der Druckluftwirtschaft der Zechen; — ferner ebenda Nr. 16, S. 368 u. f.; Cloos: Druckluftversuche auf den Schachtanlagen Helene und Amalie.

Digitized by Google

Bezeichnung der Maschine	Arbeitsweise	Bewegung des Bohrers		Zulässige Gebirgsbeschaffenheit	Verbrauch an			Antriebsleistung des Kompressors oder der Dynamo über Tage [1]	Gewicht
		Umdrehungen i. d. Min.	Schlagzahl i. d. Min.		Preßluft 4 Atm. Überdruck	Druckwasser 60 Atm. Druck	Strom		
					l i. d. Min.	l i. d. Min.	KW	PS	kg
Freihand-Drehbohrmaschinen: a) mit Preßluftantrieb	drehend	300—500	—	gleichm. milde	160—180	—	—	4,8—5,4	9—12
b) mit elektrischem Antrieb	drehend	280—320	—	gleichm. milde	—	—	0,6	1,2	12,5
Säulen-Drehbohrmaschinen mit elektr. Antrieb	drehend	110—300	—	milde	—	—	1,3	2,6	90
Brandtsche Druckwasser-Drehbohrmaschinen	drehend	5	—	sehr hart	—	60—120	—	18 [2])	205
Stoßbohrmaschinen: a) mit Preßluftantrieb	stoßend	—	280—400	sehr hart	400—600	—	—	12—18	48—115
b) mit elektrischem Antrieb	stoßend	—	450	hart	—	—	0,5—1,0	1—2	110—185 [3])
Bohrhämmer	schlagend	—	1400—2500	hart	125—200	—	—	3,75—6	11—20
Hammerbohrmaschinen	schlagend	—	1500—2500	sehr hart	190—300	—	—	6—9	35—40

[1]) Ohne Verluste im Leitungsnetze. [2]) Ungefähre Leistung der Pumpe. [3]) Bohrmaschine einschl. Motor.

Digitized by Google

30000 cbm)[1]). Die Erzeugungskosten stellten sich Ende 1920 bei den Kolbenkompressoren auf etwa 3,5 bis 4,5 ₰ je cbm angesaugte Luft gegen nur ungefähr 3 ₰ bei den Turbokompressoren.

Von der für die Drucklufterzeugung aufgewandten Leistung wird im allgemeinen in den Arbeitsmaschinen unter Tage nur etwa $^1/_7$—$^1/_8$ nutzbar gemacht. Groß sind die Undichtigkeitsverluste in dem Rohrleitungsnetze, das allerdings auch große Längen (30—40 km bei einer mittleren Zeche) besitzt. Die Verluste betragen bei einer gut unterhaltenen Anlage immerhin 25—35 %. Mehrfach sind aber auch Verluste bis zu 70 % festgestellt worden. Nehmen wir für eine Grube mit 3000 t täglicher Förderung einen Druckluftverbrauch von 200 cbm je t, also täglich 600000 cbm an, so bedeuten 30% Verlust, daß dauernd eine Kompressorleistung von etwa 750 PS nutzlos vertan wird.

In dem Leitungsnetze findet ferner, falls nicht überall und namentlich in den Hauptleitungen reichlich weite Rohrdurchmesser gewählt sind, ein starker Druckabfall statt. Deshalb muß es sorgfältig instand gehalten und überwacht werden. Insbesondere sind gute Gummidichtungen anzubringen und regelmäßig die Flanschen nachzuziehen; überflüssige Absperr- und Verteilungsventile, die leicht zu Undichtigkeiten Anlaß geben, sind zu entfernen; die Leitungen verschiedener Sohlen sind des leichteren Druckausgleichs wegen in tunlichst weiter Entfernung vom Schachte miteinander zu verbinden; in der Nähe von zeitweise unter hohem Luftbedarfe arbeitenden Maschinen sind Windkessel neben, nicht in der Leitung anzuordnen.

Der stündliche Luftverbrauch der verschiedenen Arbeitsmaschinen ist, wenn man die Leitungsverluste miteinrechnet, ausgedrückt in der Kompressorleistung, etwa zu schätzen auf

bei Haspeln verschiedener Bauart je 1 PS .	50—130	cbm
„ Schüttelrutschen	140—250	„
„ Stoßbohrmaschinen	150—240	„
„ Bohrhämmern	60—90	„
„ Abbauhämmern	40—50	„
„ Preßlufthacken	30—40	„
„ Freihand-Drehbohrmaschinen	70—80	„
„ Stangenschrämmaschinen	1200—1500	„
„ Kohlenschneidern	300—400	„
„ Strahldüsen	90	„
„ Luttenventilatoren	60—150	„
„ Gehäuseventilatoren	120—130	„

C. Die Sprengstoffe.

a) Allgemeiner Teil.

106. — Begriff der Explosion. Die Wirkung der Sprengstoffe beruht auf ihrer Explosionsfähigkeit. Die Explosion ist eine sehr schnell verlaufende chemische Umsetzung des Sprengmittels, wobei als Explosions-

[1]) Glückauf 1922, Nr. 20, S. 581 u.f.; Hinz: Energiewirtschaft beim Preßluftbetriebe.

Digitized by Google

erzeugnisse außer etwaigen festen Rückständen, die als Rauch in die Erscheinung treten, vorzugsweise Gase unter einer hohen Temperatur (Explosions- oder Flammentemperatur) entstehen. Man faßt häufig — wenn auch in wissenschaftlichem Sinne nicht völlig zutreffend — die Explosion als plötzliche Verbrennung auf. In den meisten Sprengstoffen sind nämlich einerseits brennbare und anderseits solche Bestandteile vereinigt, die Sauerstoff abgeben. Als brennbare Bestandteile kommen hauptsächlich Kohlenstoff und Wasserstoff und deren Verbindungen miteinander in Betracht. Demzufolge sind die wichtigsten gasförmigen Explosionserzeugnisse Kohlensäure, Kohlenoxyd und Wasserdampf.

Die Spannkraft der stark erhitzten, im Bohrloch zusammengedrängten Gase bewirkt die Sprengung.

107. — Einleitung der Explosion. Die Explosion bedarf eines äußeren Anstoßes, der Zündung. Manche Sprengstoffe explodieren unter der Wirkung der einfachen Erwärmung an einem Punkte, so z. B. Schwarzpulver, wenn es auf 315°, und Knallquecksilber, wenn es auf 186° erhitzt wird. Bei anderen Sprengstoffen tritt infolge Erwärmung an freier Luft zwar bei einer gewissen Temperatur ebenfalls Entflammung ein, ohne daß aber das darauf erfolgende, verhältnismäßig langsame Abbrennen zur eigentlichen Explosion zu führen braucht. Z. B. kann Dynamit, auf 200—210° erhitzt, ohne Explosion abbrennen. Zur Einleitung der eigentlichen Explosion ist in solchen Fällen außerdem eine Steigerung des Gasdruckes notwendig.

Die Entzündungstemperatur, bei der ein Sprengstoff ins Brennen gerät oder explodiert, darf somit nicht mit der nach eingeleiteter Explosion entstehenden Explosions- oder Flammentemperatur verwechselt werden.

108. — Arten der Explosion. Es gibt bei der eigentlichen Explosion zwei verschiedene Arten der Fortpflanzung, nämlich Deflagration (Verbrennung) und Detonation. Man unterscheidet hiernach langsam explodierende (deflagrierende) und schnell explodierende (brisante) Sprengstoffe. Zu der ersteren Gruppe gehören das Schwarzpulver und die damit verwandten Sprengstoffe, ferner die Schießmittel wie das rauchlose Pulver. Die Wirkung ist langsam, schiebend und nur wenig zertrümmernd. Zu den brisanten Sprengstoffen gehören das Dynamit, die Wettersprengstoffe und das Knallquecksilber. Die Wirkung ist infolge der Plötzlichkeit der Kraftäußerung heftiger, so daß bei der Explosion von Sprengladungen an freier Luft selbst die Unterlage zerschmettert wird.

Die langsame Explosion pflanzt sich durch unmittelbare Wärmeübertragung von Schicht zu Schicht — also gleichsam durch Abbrennen — fort; die Geschwindigkeit beträgt nur wenige Meter bis höchstens einige hundert Meter in der Sekunde. Bei der Detonation läuft die Explosion durch Vermittelung einer besonderen physikalischen Wellenbewegung — ähnlich der Wirkung der Schallwelle — weiter. Es sind also die Schwingungen der „Explosionswelle", die die Explosion fortpflanzen. Die hierbei sich ergebenden Explosionsgeschwindigkeiten sind außerordentlich hoch und betragen z. B. in der Sekunde bei den Ammonsalpetersprengstoffen 2000—3900 m, bei Dynamit etwa 6000 m und bei Sprenggelatine sogar 7700 m.

109. — Erzeugnisse der Explosion. Über die bei der regelmäßigen Explosion einiger Sprengstoffe, die als Vertreter ganzer Gruppen aufzufassen

Digitized by Google

sind, entstehenden Gase und die Menge des festen Rückstandes gibt die folgende Zusammenstellung Aufschluß:

Name des Sprengstoffes	1000 g liefern bei der Explosion an Gasen:							1000 g liefern an festem Rückstand (Rauch)
	insges.	CO_2	H_2O	CO	N_2	O_2	H_2	
	Liter							g
Sprengpulver (75-proz.) .	296	122	—	87	87	—	—	564
Dynamit I	640	248	234	—	135	23	—	166
Kohlenkarbonit[1]) . . .	805	149	148	211	79	—	218	245
Wetter-Detonit A . . .	893	53	512	—	248	80	—	105
Ammonit 1[2])	901	132	503	—	249	17	—	—

Die Zusammenstellung lehrt, daß bei manchen Sprengstoffen (Dynamit 1, Wetter-Detonit A, Ammonit 1) der verfügbare Sauerstoff nicht allein zur völligen Verbrennung des Kohlenstoffs und Wasserstoffs hinreicht, sondern auch ein gewisser Überschuß in den Schwaden verbleibt. Bei manchen Sprengstoffen (Sprengpulver, Kohlenkarbonit) dagegen genügt der Sauerstoffvorrat zur Verbrennung der brennbaren Bestandteile nicht. Demzufolge bildet sich zum Teil Kohlenoxyd statt Kohlensäure, und es bleibt auch Wasserstoff unverbrannt zurück, falls solcher im Sprengstoff vorhanden war. Sprengstoffschwaden mit erheblichem Gehalt an CO und H_2 sind brennbar.

In Preußen müssen die Gesteins- und die Wettersprengstoffe (s. die Einteilung in Ziff. 115), soweit sie im Grubenbetriebe unter Tage verwendet werden sollen, auf Sauerstoffgleichheit oder Sauerstoffüberschuß aufgebaut sein; d. h. der vorhandene Sauerstoff muß rechnungsmäßig mindestens dazu ausreichen, sämtlichen Wasserstoff zu Wasser und den Kohlenstoff zu Kohlensäure zu verbrennen.

110. — Das Abbrennen oder das Auskochen der Sprengschüsse. Wie bereits oben gesagt, können manche Sprengstoffe unter Umständen ohne Explosionserscheinung abbrennen. Geschieht dies im Bohrloche an Stelle der Explosion, so ist es besonders auffällig, und wir sprechen dann von einem Auskochen des Sprengschusses. Es kommt im Betriebe nicht selten vor und wird namentlich bei Ammonsalpeter- und Chloratsprengstoffen beobachtet.

Auskochende Sprengschüsse unterscheiden sich von explodierenden nicht nur durch die verschiedene Schnelligkeit der chemischen Umsetzung und durch die fehlende Sprengwirkung, sondern auch durch die Art der Zersetzung des Sprengstoffs. Die Beschaffenheit der bei dem Auskochen und bei der Explosion entstehenden Gase ist demgemäß verschieden. Insbesondere sind es nitrose Dämpfe, die höheren Oxyde des Stickstoffs: NO

[1]) Kohlenkarbonit gehört nicht mehr zu den in Gebrauch befindlichen und in Preußen zugelassenen Sprengstoffen. Es ist aber früher viel gebraucht worden und wird hier seiner besonders kennzeichnenden Nachschwaden wegen mitaufgeführt. Seine Zusammensetzung war: 25 % Sprengöl, 34 % Kalisalpeter, 1 % Barytsalpeter, 39,5 % Mehl, 0,5 % Soda

[2]) Der frühere Name war Donarit.

Digitized by Google

und N_2O_3, die als Kennzeichen des Auskochens in Gestalt von großen Mengen gelbroten Qualmes aus dem Bohrloche hervorbrodeln.

Zu erklären ist diese Erscheinung so, daß beim Auskochen die in den meisten Sprengstoffen vorhandene Nitrogruppe NO_2 nicht gänzlich wie bei der kräftigeren Explosion auseinanderfällt, sondern zum Teil die Stickstoffoxydverbindungen erhalten bleiben. Da hierbei der vorhandene Sauerstoff nicht völlig frei wird, ist auch der Kohlenoxydgehalt in den Schwaden auskochender Schüsse viel größer als bei der ordnungsmäßigen Explosion.

Stickoxyd äußert ebenso wie Kohlenoxyd giftige Wirkungen[1]), so daß tödliche Verunglückungen in den Nachschwaden von Schüssen, die ausgekocht haben, nicht ausgeschlossen sind. Ein in der Kohle auskochender Schuß kann auch die Veranlassung eines Flözbrandes oder einer Schlagwetterexplosion werden.

Von den mancherlei Ursachen für das Auskochen von Sprengladungen sind am häufigsten: zu schwache Sprengkapseln; Verwendung von Sprengkapseln, deren Knallsatz durch Feuchtigkeitsaufnahme gelitten hat; Zündung ohne Sprengkapseln; schlechtes Einsetzen der Zündschnur mit der Kapsel in die Ladung, so daß letztere vor der Explosion der Kapsel entzündet wird; Verwendung von gefrorenen oder feucht gewordenen Sprengstoffen; Bohrmehlansammlungen zwischen den einzelnen Patronen der Sprengladung im Bohrloche.

Eine und dieselbe Ladung kann zum Teil auskochen und zum Teil explodieren, ohne daß dies unmittelbar am Knall und an der Sprengwirkung bemerkt zu werden braucht. In solchen Fällen spürt man an dem unverhältnismäßig reichlichen, unangenehm reizenden Qualme, daß eine glatte, volle Explosion nicht stattgefunden hat. Die Bergleute sind dahin zu erziehen, daß sie die Nachschwaden von Schüssen meiden, bei denen der Verdacht auch nur eines teilweisen Auskochens der Ladung besteht. Mit dem Auskochen nicht zu verwechseln ist die Erscheinung des „Nachflammens", das insbesondere bei den Chloratsprengstoffen (s. Ziff. 132, S. 222 u. f.) auftritt.

111. — Explosionstemperatur und Gasdruck. Die Ermittelung der Explosions- oder Flammentemperatur der Sprengstoffe ist im Hinblick auf die noch zu besprechenden Wettersprengstoffe von Bedeutung. Auch wenn man den Druck ermitteln will, unter dem die entwickelten Gase bei der Explosion in einem gegebenen Raume stehen, ist die Kenntnis der Explosionstemperatur notwendig. Wege, die Explosionstemperaturen unmittelbar oder mittelbar zu messen, sind zur Zeit nicht bekannt. Man ist allein auf die Rechnung angewiesen. Die rechnungsmäßigen Explosionstemperaturen einiger Sprengmittel sind in der Übersicht (auf S. 212) zusammengestellt.

Die zur Explosion kommende Sprengstoffmenge ist theoretisch ohne Einfluß auf die Höhe der Flammentemperatur, da diese lediglich von dem Verhältnis der frei werdenden Wärmemenge zur spezifischen Wärme der Explosionserzeugnisse abhängt und dieses Verhältnis bei jeder Ladung unverändert bleibt. Tatsächlich wird aber besonders für die kleinsten

[1]) Näheres darüber folgt im Abschnitt „Grubenbewetterung".

Digitized by Google

Ladungen ein Unterschied anzunehmen sein, da für sie die von außen mit Übermacht einwirkende Abkühlung es nicht zur Erreichung der höchstmöglichen Temperatur kommen lassen wird. Aber auch bei Explosion größerer Mengen wird stets die im ersten Augenblicke erreichte, höchste Flammentemperatur sofort infolge Ausdehnung der Gase, Abkühlung und Arbeitsleistung wieder sinken.

Aus der Menge der entstandenen Gase und der Explosionstemperatur läßt sich nach dem Gay-Lussac-Mariotteschen Gesetze der Gasdruck für einen gegebenen Explosionsraum berechnen. Der Druck stellt sich bei sonst gleichen Verhältnissen um so höher, je größer die sog. Ladedichte ist, d. h. je mehr Gewichtseinheiten des Sprengstoffs sich in der Raumeinheit unterbringen lassen. Spezifisch schwere Sprengstoffe sind deshalb insbesondere für das Einbruchschießen vorteilhaft, ebenso plastische Sprengmittel, weil sie dichter als körnige Stoffe liegen und das Bohrloch besser ausfüllen. Die Ladedichte der Sprengstoffe schwankt zwischen 0,80 (Kornpulver) und 1,60 (Dynamit 1). Der Gasdruck im Bohrloche ist auf mindestens mehrere tausend Atmosphären zu schätzen.

112. — Sprengkraft und Sprengwirkung. Die Arbeitsfähigkeit der Sprengstoffe — in der Regel mit Sprengkraft bezeichnet — ist aus physikalischen Gründen gleich der bei der Explosion entwickelten Wärmemenge. Man kann deshalb diese Wärmemenge unmittelbar als Maß für die zu erwartende Arbeitsleistung nehmen, indem man die Zahl der errechneten oder in der Kalorimeterbombe gemessenen Kalorien mit 425, als dem mechanischen Wärmeäquivalent, multipliziert. Tut man das, so erhält man die in Spalte 3 der Übersicht auf S. 212 angegebenen Zahlen.

Von der Arbeitsfähigkeit des Sprengstoffs muß man die tatsächliche Sprengwirkung streng unterscheiden. Nur ein geringer Teil der im Sprengstoffe steckenden Kraft kann in der Sprengwirkung nutzbar gemacht werden. Die bei der Explosion frei werdende Arbeit wird nämlich verbraucht:

a) in Wärmewirkungen, da sowohl die Luft am Arbeitsorte als auch das Gebirge erhitzt werden;

b) zur Zertrümmerung und Zermalmung des der Sprengladung zunächst liegenden Gesteins;

c) zum Absprengen und Abschleudern der Vorgabe.

Erwünscht ist in der Regel nur die Wirkung unter c), die als nutzbare Sprengwirkung aufzufassen ist.

Für die nutzbare Sprengwirkung fällt sehr wesentlich die Explosionschnelligkeit ins Gewicht. Es ist klar, daß eine gewisse Geschwindigkeit in der Druckäußerung der Sprenggase die Vorbedingung für jede Sprengwirkung ist. Bei zu langsam ansteigendem Gasdrucke würde durch Herausschieben des Besatzes oder durch kleine Klüfte der Druckausgleich in der Hauptsache ohne den beabsichtigten Sprengerfolg stattfinden. Anderseits ist die höchste Explosionsgeschwindigkeit durchaus nicht immer die günstigste. Ein allzu brisanter Sprengstoff wird das Gestein um sich herum unnötig fein zerkleinern, ohne diesem die Zeit zu geben, auf den vorhandenen Lagen zu reißen und in großen Stücken niederzubrechen.

Digitized by Google

Im allgemeinen läßt sich sagen, daß in zähem, festem Gesteine brisante Sprengstoffe, in lagenhaftem, geschichtetem Gesteine dagegen solche von geringerer Explosionsgeschwindigkeit die günstigsten Sprengwirkungen hervorbringen. Ein Sprengstoff, der für alle Verhältnisse passend ist und in jedem Gestein die günstigsten Wirkungen aufweist, ist undenkbar.

113. — Trauzlsche Bleimörserprobe. Wenn man trotzdem durch praktische Proben einen Maßstab für die Sprengwirkung verschiedener Sprengstoffe zu finden versucht, so sind die Ergebnisse mit der nötigen Vorsicht aufzunehmen. Am häufigsten wird die Trauzlsche Bleimörserprobe angewandt. Sie wird in Bleizylindern ausgeführt, die einen zylindrischen Hohlraum besitzen. In letzterem wird eine bestimmte Menge des zu untersuchenden Sprengstoffs (gewöhnlich 10 g) unter Sandbesatz zur Explosion gebracht. Die hierdurch bewirkte Erweiterung (Ausbauchung) des Hohlraumes dient als Maß für die Sprengwirkung des Sprengstoffs. Man wendet jetzt zum Zwecke einheitlicher Beurteilung allgemein Bleizylinder mit den in Abb. 207 angegebenen Maßen an.

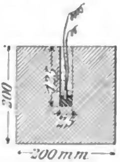


Abb. 207. Bleimörser.

Die Abb. 208 zeigt eine Reihe von Bleizylindern, die nach geschehener Probe durchgesägt worden sind. Die Zylinder besitzen allerdings noch die

Abb. 208. Trauzlsche Bleimörser (nach der Probe durchgesägt).

früher üblichen Maße. Zwischen der Dynamit-Ausbauchung am weitesten links und der Sprengpulver-Ausbauchung am weitesten rechts sieht man in der Mitte die Wirkungen der früher üblichen Wettersprengstoffe. In allen Fällen waren je 10 g und nur beim Sprengpulver 25 g als Schußladung benutzt worden. Es fällt hierbei die stark birnenförmige Gestalt der Ausbauchung bei den brisanten Sprengstoffen gegenüber der flaschenförmigen, durch Sprengpulver erzielten Ausbauchung auf.

Das Bild lehrt auf den ersten Blick, daß man mittels dieser Probe nur Sprengstoffe miteinander vergleichen darf, die sich in ihrer Explosionschnelligkeit nahestehen. Schwarzpulver mit seiner so geringen Brisanz

Digitized by Google

kommt in der zähen Bleimasse kaum zur Geltung, da die langsam sich entwickelnden Gase ungenützt aus dem Loche entweichen können. Dagegen ergeben die brisantesten Stoffe verhältnismäßig die größten Ausbauchungen. Daher bezeichnet man diese Probe auch als „Brisanzmessung".

114. — **Übersicht.** In der folgenden Übersicht sind für einige bekannte Sprengmittel die Explosionstemperaturen, die Arbeitsfähigkeiten und die Ausbauchungen im Trauzlschen Bleimörser zusammengestellt:

1. Bezeichnung des Sprengstoffs	2. Explosionstemperatur °C	3. Arbeitsfähigkeit je 1 kg mkg	4. Ausbauchung im Trauzlschen Bleimörser durch 10 g ccm
75-prozent. Sprengpulver	2440	245 000	nicht vergleichsfähig
Dynamit 1	2984	538 000	410
Sprenggelatine	3203	632 000	480
Kohlenkarbonit[1])	1845	267 000	160
Wetter-Detonit A	1520	233 000	220
Ammonit 1[2])	2132	401 000	375

b) Besonderer Teil.

115. — **Einteilung der Sprengstoffe.** Die für den Bergbau wichtigen Sprengstoffe kann man in folgenden Gruppen zusammenfassen:

A. Pulversprengstoffe:
  I. Sprengpulver,
  II. Sprengsalpeter.

B. Brisante Sprengstoffe:
  I. Gesteinsprengstoffe:
    a) Dynamite,
    b) Ammonsalpetersprengstoffe,
    c) Perchloratsprengstoffe,
    d) Chloratsprengstoffe.
  II. Wettersprengstoffe:
    a) Ammonsalpetersprengstoffe,
    b) halbgelatinöse Sprengstoffe,
    c) gelatinöse Sprengstoffe.

C. Sonstige Sprengmittel, insbesondere das Flüssige-Luft-Sprengverfahren[3]).

An den Bergbau Preußens dürfen nur solche Sprengstoffe vertrieben werden, die durch den Minister für Handel und Gewerbe zum Vertriebe zugelassen und in die Liste der Bergbausprengstoffe aufgenommen sind. Die zur Zeit zugelassenen Sprengstoffe sind im folgenden aufgeführt[4]).

[1]) S. Anm. [1]) auf S. 208.

[2]) S. Anm. [2]) auf S. 208.

[3]) Dieses Verfahren wird wegen seiner Eigenart in einem Sonderabschnitt, der auf „Die Zündung der Sprengschüsse" folgt, besprochen.

[4]) Einstweilen sind noch einige weitere Sprengstoffe zugelassen, die aus der Verarbeitung von Heeresbeständen hergestellt worden sind. Hierhin gehören z. B. Pikrit und Nitroglyzerinpulver.

Digitized by Google

1. Pulversprengstoffe.

116. — Sprengpulvergruppe. Das Sprengpulver, früher meist Schwarzpulver genannt, hat seit seiner Erfindung Jahrhunderte hindurch unverändert die alte Zusammensetzung — Holzkohle, Schwefel und Kalisalpeter in innigstem, feinstem Gemenge — beibehalten. Holzkohle und Salpeter unterhalten die Verbrennung. Der Zusatz von Schwefel erleichtert die Zündung und ist für die Gleichmäßigkeit der Verbrennung und ihrer Geschwindigkeit notwendig.

Die Bestandteile werden für sich fein gemahlen und sodann aufs sorgfältigste gemengt. Der fertig gemischte Satz wird unter Befeuchtung mit Wasser zu Kuchen gepreßt, die zu Körnern von eckigen Formen gebrochen und durch Siebe sortiert werden. Nach erfolgter Trocknung werden die Körner durch Absieben vom Staube befreit und meistens noch durch rollende Bewegung in glatten Holztrommeln mit oder ohne Graphitzusatz poliert.

Das Pulver wird in eckiger oder abgerundeter Kornform, rauh oder poliert, in den Handel gebracht. Die Größe der Körner schwankt von 1—10 mm. Das Sprengpulver darf nur in fertigen Patronen, und zwar in braunem Papier, an den Bergbau vertrieben werden.

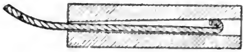


Abb. 209. Patrone aus komprimiertem Pulver mit Zündschnur.

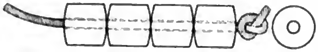


Abb. 210. Aufreihung der Patronen aus komprimiertem Pulver auf der Zündschnur.

Neben dem Kornpulver stellt man auch sog. komprimiertes Pulver her, das in besonderen Pressen mit entsprechenden Stempeln und Formen aus dem feuchten Satze unter starkem Druck zu Zylindern vom Durchmesser der verlangten Patronen zusammengepreßt wird. Die Pulverzylinder erhalten zum Zwecke der schnelleren Fortpflanzung der Zündung und zur Aufnahme der Zündschnur einen in der Mitte oder seitlich liegenden Zündkanal und können dann, wie die Abbildungen 209 und 210 zeigen, auf die Schnur gezogen werden. Sprengladungen aus komprimiertem Pulver sind handlich und besonders bequem beim Laden und Besetzen.

Im allgemeinen ist für Güte und Preis des Pulvers der Salpetergehalt ausschlaggebend. Man bezeichnet das Pulver daher als 65-, 70- oder 75-prozentig, wenn es 65, 70 oder 75% Salpeter enthält. Die in Deutschland üblichen Zusammensetzungen sind:

Bezeichnung des Sprengstoffes	Kalisalpeter	Schwefel	Holzkohle	Ruß	Zellulose	Eisensulfat
	%	%	%	%	%	%
Sprengpulver 1 (75%iges Sprengpulver)	73—77	8—15	10—15	—	—	—
Sprengpulver 2 (70%iges Sprengpulver)	68—72	32—28		—	—	—
Sprengpulver 3 (65%iges Sprengpulver)	63—67	37—33		—	—	—
Sprengpulver 4	65—70	8—12	—	8	10—15	0—3
Sprengpulver 5	70—73	17—19	5—7	—	5—7	—

Digitized by Google

Je größer der Gehalt an Salpeter, desto sprengkräftiger ist das Pulver. Je fester das zu sprengende Gestein ist, desto hochprozentiger muß also das Sprengpulver gewählt werden.

Grobes Korn und Politur verlangsamen die Verbrennungsgeschwindigkeit. In geschlossenem Gesteine oder in entsprechender Kohle, wo die Pulvergase im Bohrloche Zeit haben, sich anzuspannen, und ein vorzeitiges Entweichen auch bei langsamerer Verbrennung nicht zu befürchten ist, wird mit besonderem Vorteil das komprimierte Sprengpulver verwendet. In jedem Falle bedarf Sprengpulver eines festen, langen Besatzes, um eine kräftige Wirkung hervorzubringen.

117. — **Explosionszersetzung des Sprengpulvers.** Als Zersetzungsgleichung des 75-prozentigen Schwarzpulvers kann man etwa folgende Formel annehmen:

$$20\,KNO_3 + 30\,C + 10\,S = 6\,K_2CO_3 + K_2SO_4 + 3\,K_2S_3$$
$$+ 14\,CO_2 + 10\,CO + 10\,N_2.$$

Die Explosionserzeugnisse bestehen zu 56,4 % aus festen Rückständen (Rauch) und nur zu 43,6 % aus Gasen. (Vgl. die Übersicht auf S. 208.)

Sprengpulver mit 70 oder 65 % Salpeter liefert auf gleiche Gewichtsmenge ein größeres Gasvolumen. Jedoch haben die Gase eine niedrigere Flammentemperatur, so daß trotzdem der Druck, den sie im Bohrloche ausüben können, geringer als beim 75-prozentigen Pulver ist. Auch die frei werdende Wärmemenge ist weniger groß. Ein weiterer, für die Praxis wichtiger Unterschied liegt darin, daß die erzeugten Kohlenoxydmengen mit abnehmendem Salpetergehalt wachsen. Beim 65-prozentigen Pulver entsteht neben Stickstoff fast nur noch Kohlenoxyd.

118. — **Sprengsalpetergruppe.** Zu dieser Gruppe gehören diejenigen Pulversorten, bei denen der Kalisalpeter ganz oder hauptsächlich durch Natronsalpeter (Chilesalpeter) ersetzt ist. Der besondere Vorteil solcher Pulversorten liegt in der Billigkeit. Wegen der hygroskopischen Eigenschaften des Natronsalpeters ist aber die Lagerfähigkeit des Sprengsalpeters im allgemeinen beschränkt. Dieser Nachteil tritt auf Kalisalzbergwerken wegen ihrer trockenen Wetter nicht in die Erscheinung. Der Kalisalzbergbau ist deshalb der Hauptabnehmer für Sprengsalpeter, zumal die Gebirgsverhältnisse für diesen sehr günstig liegen und Schlagwettergefahr in der Regel nicht besteht. Neuerdings gewinnen diese Pulver aber auch auf anderen Gruben an Verbreitung, nachdem man gelernt hat, den hygroskopischen Eigenschaften durch bessere Verpackung in Paraffinpapier und schnelleren Verbrauch zu begegnen.

Der Sprengsalpeter wird gekörnt (in der Regel unpoliert) oder komprimiert benutzt. Für härtere Salze benutzt man ihn gern in komprimiertem Zustande. Seine Farbe ist bräunlich-grau.

Die Zusammensetzung der zugelassenen Sprengsalpeterarten ergibt sich aus der folgenden Zusammenstellung:

Digitized by Google

Bezeichnung des Sprengstoffs	Natronsalpeter der z. T. durch Kalisalpeter ersetzt werden kann	Schwefel	Kohle	Braunkohle	Pech, z. T. durch Kohle ersetzbar	Ruß	Zellulose	Eisensulfat	Kaliumbichromat
	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Sprengsalpeter 1	70—75	9—15	10—16	—	—	—	—	—	—
Sprengsalpeter 2	70—75	9—15	—	10—16	—	—	—	—	—
Sprengsalpeter 3	71—76	9—11	—	—	15—19	—	—	—	0—1
Sprengsalpeter 4	65—70	8—12	—	—	—	8	10—15	0—3	—
Sprengsalpeter 5	70—75	17—19	5—7	—	—	—	5—7	—	—

2. Gesteinsprengstoffe.

119. — Vorbemerkung. Die Gesteinsprengstoffe dürfen nur in rotem Patronenpapier an den Bergbau abgegeben werden. Auch die Sprengstoffpakete müssen in rotes Papier eingeschlagen werden. Der Durchmesser der Patronen soll in der Reg.l 25 oder 30 mm betragen.

α) Gruppe der Dynamite.

120. — Das Sprengöl. Der Hauptbestandteil der Dynamite ist das Sprengöl oder Trinitroglyzerin, gewöhnlich Nitroglyzerin genannt.

Nitroglyzerin entsteht, wenn man ein Gemisch von Salpeter- und Schwefelsäure auf Glyzerin einwirken läßt, durch Ersetzung von drei Atomen Wasserstoff durch drei Nitrogruppen (daher der Name Trinitroglyzerin):

$$C_3 H_8 O_3 + 3 HNO_3 = C_3 H_5 (NO_2)_3 O_3 + 3 H_2 O.$$

Die in der Formel nicht erscheinende Schwefelsäure dient nur zur Bindung des Wassers, das sich bei der Nitrierung des Glyzerins bildet.

Das Nitroglyzerin ist eine bei gewöhnlicher Temperatur geruchlose, ölige Flüssigkeit von gelblicher Färbung. Der Geschmack ist süßlich, die Wirkung auf den Menschen stark giftig. Kopfschmerzen treten bereits auf, wenn das Sprengöl mit der Haut in Berührung kommt. Besonders durch die Schleimhäute, z. B. des Mundes, dringt das Öl leicht in den Körper ein. Die Arbeiter, die tägl'ch mit Nitroglyzerin zu tun haben, gewöhnen sich aber meist bald an die Wirkungen des Giftes und bleiben später davon unbehelligt. Das Sprengöl ist fast unlöslich in Wasser, aber löslich in A'kohol, Äther, Holzgeist, Methylalkohol und Benzin. Bei 217° entzündet es sich. Bei + 11° gefriert es und taut nur langsam wieder auf. Das Nitroglyzerin ist empfindlich gegen Stoß und Schlag und kommt hierdurch leicht zur Explosion. Das spezifische Gewicht ist 1,6.

Die Explosion des Sprengöls erfolgt nach folgender Formel:

$$2 C_3 H_5 N_3 O_9 = 6 CO_2 + 5 H_2 O + 3 N_2 + \frac{1}{2} O_2.$$

Neben den sonstigen Gasen entsteht also bei der Explosion auch freier Sauerstoff.

Digitized by Google

Da flüssige Sprengmittel besonders gefährlich sind — sie verlieren sich auf Gesteinsklüften oder werden verschüttet und explodieren nachträglich —, ist der unmittelbare Gebrauch des Sprengöls verboten. Es darf nur in gebundenem Zustande benutzt werden, wobei es sich unter gewöhnlichen Verhältnissen nicht von der Beimengung abscheiden soll. Tritt das Öl auch nur in Spuren aus, so ist der Sprengstoff verdächtig und besser nicht zu verwenden.

121. — **Zusammensetzung der Dynamite im allgemeinen.** Man unterschied früher Dynamite mit unwirksamer und solche mit wirksamer Beimischung. Die unwirksame Beimischung diente nur zum Aufsaugen des flüssigen Sprengöls, war also allein dazu bestimmt, den Sprengstoff in eine handliche Form zu bringen. In erster Linie benutzte man als Aufsaugestoff die Kieselgur, eine lockere, viele kleine Hohlräume enthaltende Infusorienerde. Der damit hergestellte Sprengstoff, das Gurdynamit, bestand aus 75% Nitroglyzerin und 25% Kieselgur. Er wurde früher viel gebraucht, bis er von den Dynamiten mit wirksamer Beimengung verdrängt wurde.

Die wirksamen Beimengungen saugen ebenfalls das Nitroglyzerin auf, nehmen aber auch an der Explosion teil. Das Zumischpulver ist in der Regel so zusammengesetzt, daß der bei der Explosion des Sprengöls sich ergebende überschüssige Sauerstoff Gelegenheit zur Verbindung mit oxydierbaren Stoffen findet. Die Beimischung bindet also nicht nur das Sprengöl, sondern erhöht auch die Explosionskraft.

122. — **Bedeutung der Schießbaumwolle für die Dynamite.** Ein außerordentlich geeignetes Bindemittel für Nitroglyzerin ist die Kollodiumwolle, eine besondere Art der Schießbaumwolle. Letztere entsteht durch Einwirkung von Salpetersäure auf Baumwolle nach folgender Formel:

$$C_{24}H_{40}O_{20} + n\,HNO_3 = C_{24}H_{40-n}O_{20}(NO_2)_n + n\,H_2O,$$

wobei n die Werte von 1—11 besitzen kann.

Die Schießbaumwolle hat äußerlich das Ansehen der Baumwolle beibehalten, ist jedoch etwas rauher und spröder und hat an spezifischem Gewichte zugenommen. Sie läßt sich ohne weiteres zu festen und dichten Sprengkörpern zusammenpressen, ist aber für die gewöhnliche bergmännische Sprengarbeit zu teuer. Gegen Stoß und Schlag ist Schießbaumwolle sehr empfindlich. Außer für die Sprengstoffbereitung wird sie als Zündsatz für elektrische Zünder und für die Herstellung von Zelluloid benutzt.

Die Kollodiumwolle ist nun eine Schießbaumwolle mit acht bis neun Nitrogruppen. Sie ist in Nitroglyzerin löslich und bildet mit diesem eine eigenartige, je nach dem Mischungsverhältnisse verschieden steife Gelatine, aus der Öl nicht mehr ausfließt.

123. — **Gefrierbarkeit der Dynamite.** Der Hauptübelstand der Dynamite ist die leichte Gefrierbarkeit. Die Temperatur, bei der das Festwerden eintritt, ist nicht für alle Arten des Dynamits die gleiche. Bei Temperaturen unter + 11° ist aber das Gefrieren nicht ausgeschlossen, bei + 8° schreitet es schon ziemlich schnell fort. Gefrorenes Dynamit geht im Bohrloche im allgemeinen schwer los, so daß öfter unexplodierte Patronen im Loche zurückbleiben oder ins Haufwerk geraten. In jedem Falle sind bei Verwendung gefrorenen Dynamits schlechte Sprengwirkung, schädliche Nachschwaden und Neigung der Schüsse zum Auskochen zu befürchten. Dabei ist die

Digitized by Google

Handhabung des gefrorenen Dynamits gefährlich, weil gerade wegen der Starrheit und Unnachgiebigkeit der Patronen bei Stoß, Schlag oder Reibung die Wirkung sich auf einen einzigen Punkt vereinigt. Wegen dieses Verhaltens ist das Auftauen gefrorenen Dynamits vor dem Gebrauche vorgeschrieben.

Das Verfahren des Auftauens ist zeitraubend und umständlich und setzt besondere Vorrichtungen voraus, die nicht überall vorhanden sind. Es gibt überdies alljährlich zu Verunglückungen Anlaß. In jedem Falle soll man beim Auftauen die größte Vorsicht walten lassen. Niemals sind gefrorene Patronen an sehr warme Orte, z. B. in die unmittelbare Nähe von Öfen, Dampfleitungen oder Feuer, zu bringen. Auch dürfen sie nicht geschnitten oder gebrochen werden, da gefrorenes Dynamit unberechenbar ist.

Am besten ist es, genügend warme Lager zu benutzen, um so das Dynamit vor dem Gefrieren zu schützen oder ihm, falls es gefroren angeliefert wird, Zeit zum allmählichen Auftauen zu lassen. Unterirdische Lagerräume pflegen die hierfür erforderliche Temperatur zu besitzen. Wo das künstliche Auftauen der einzelnen Patronen nicht zu vermeiden ist, geschieht es am schnellsten und sichersten in wasserdichten Blechbüchsen, die in mäßig warmes Wasser gesetzt werden. Würde man gefrorene Patronen unmittelbar in warmes Wasser eintauchen, so würde das gefährliche Sprengöl teilweise austreten, sich am Boden des Wasserbehälters ansammeln und zu Verunglückungen Anlaß geben können.

Leider ist es kaum zu vermeiden, daß der Bergmann unter Umständen gefrorene Patronen in die Hand bekommt. In den einzelnen Patronenpaketen ist häufig die äußere Patronenlage weich, während sich in der Mitte des Pakets noch ganz oder teilweise gefrorene Patronen befinden. Die mit der leichten Gefrierbarkeit des Dynamits verbundenen Gefahren haben alljährlich eine Anzahl von Verunglückungen im Gefolge. Bis zu einem gewissen Grade wird die Gefrierbarkeit durch Zusatzmittel, wie Nitrotoluol, herabgesetzt. Besser hat sich als gefrierverhindernder Zusatz das Dinitrochlorhydrin [$C_3H_5O_2(NO_2)_2Cl$] bewährt, das durch Nitrierung von chloriertem Glyzerin gewonnen wird. Auch Dinitrochlorhydrin gelatiniert mit Kollodiumwolle und verhält sich im übrigen ähnlich wie das Nitroglyzerin, nur daß es gegen Stoß, Schlag und Reibung unempfindlicher ist. Sprengstoffe mit 30% Dinitrochlorhydrinzusatz im Nitroglyzerin sind für europäische Wintertemperaturen als praktisch ungefrierbar zu betrachten (s. Ziff. 126).

124. — Sprenggelatine. Die Sprenggelatine steht nach Kraft und Wirkung an der Spitze aller Dynamite. Die Bestandteile sind 92—94% Nitroglyzerin und 8—6% Kollodiumwolle, die in diesem Mischungsverhältnis eine durchscheinende, gummiartige, zähe und gelatinöse Masse von gelblichbrauner Färbung bilden.

Feuchtigkeit hat auf Sprenggelatine nur geringen Einfluß, so daß man diese vorteilhaft in nassen Gruben und namentlich bei Sprengungen unter Wasser verwendet. Gegen Stoß, Schlag und Reibung ist sie verhältnismäßig unempfindlich. Die Lagerfähigkeit ist außerordentlich gut. Wegen der hohen Explosionschnelligkeit (S. 207) und Kraftentwicklung (S. 212) ist sie für festes und zähes Gestein besonders geeignet.

Zur Zündung der Sprengladung verwendet man Sprengkapseln von mindestens 0,8 g Ladung (Nr. 5), oder aber man setzt auf die Sprenggelatine-

Digitized by Google

ladung eine Zünd- oder Schlagpatrone von Gelatine- oder Gurdynamit, die mit Kapsel Nr. 3 gezündet werden kann.

125. — Die Dynamite 1—5 (Gelatinedynamite). Wegen des hohen Preises der Sprenggelatine zieht man im Bergbaubetriebe zumeist die schwächeren Dynamite vor. Bei ihnen ist dem gelatinierten Sprengöl ein hauptsächlich aus Natronsalpeter, Ammonsalpeter, Kaliumperchlorat, Mehl und nitriertem Toluol, Naphthalin oder Diphenylamin bestehendes Zumischpulver zugesetzt. Die Zusammensetzung der in Preußen zugelassenen fünf Sprengstoffe dieser Gruppe erhellt aus der folgenden Zahlentafel:

Bezeichnung des Sprengstoffes	Nitroglyzerin	Kollodiumwolle	Nitrozellulose	Natronsalpeter und (oder) Kaliumperchlorat	Alkalinitrate und (oder) Kaliumperchlorat	Alkalinitrate und (oder) Ammonsalpeter und (oder) Kaliumperchlorat	Holzmehl, Pflanzenmehl oder feste Kohlenwasserstoffe	Nitroabkömmlinge des Toluols und (oder) Naphthalins und (oder) Diphenylamins	Soda oder ähnliche Körper	Anorganische, unwirksame Salze, Alkalichloride
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Dynamit 1 . .	61—63,5	1,5—4	—	25—29	—	—	6—9	—	0—2	—
Dynamit 2 . .	56—61	—	4,5—9	—	25—30	—	3—8	0—4	—	—
Dynamit 3 . .	34—39	—	1—6	—	—	44—54	1—6	6—10	—	—
Dynamit 4 . .	36—39,5	—	0,5—4	—	—	40—50	1—7	—	—	7—12
Dynamit 5 . .	16—20	0,5—2	—	—	—	50—74	1—6	2—12	—	0—12

Am verbreitetsten ist das Dynamit 1, das bisher allgemein Gelatinedynamit hieß. In England heißt es Gelignit. In seiner äußeren Erscheinung sieht es gewöhnlichem Brotteig sehr ähnlich. Die Masse ist weniger zäh und elastisch als die Sprenggelatine. Das Gelatinedynamit verliert unter längerer Einwirkung von Wasser an Kraft, da das Wasser den Salpeter auflöst. Es geschieht dies jedoch so langsam, daß die Verwendbarkeit auch in nassen Bohrlöchern darunter nicht leidet. Die Ladedichte ist etwa 1,6.

126. — Ammongelatine 1. Dieser Sprengstoff ist in der Hauptsache auf dem Dinitrochlorhydrin und dem Ammonsalpeter aufgebaut. Ersteres besitzt den Vorzug der Ungefrierbarkeit, letzterer gibt dem Sprengstoff eine kräftige, brisante Wirkung. Die Handhabungsicherheit ist im Verhältnis zu den übrigen Dynamiten besonders groß. Die Zusammensetzung ist:

28—33% Dinitrochlorhydrin, darunter bis zu 5% Nitroglyzerin,
1—3 % Kollodiumwolle,
45—50% Ammonsalpeter,
10—15% Alkalinitrate,
6—12% Nitroabkömmlinge des Toluols und (oder) Naphthalins und (oder) Diphenylamins,
0—2 % Pflanzenmehl.

β) Gruppe der Ammonsalpetersprengstoffe.

127. — Allgemeines und Zusammensetzung. Die Ammonsalpetersprengstoffe werden sowohl in Bergwerken, Steinbrüchen und Tongruben als Gesteinsprengstoffe als auch in Schlagwettergruben als Wettersprengstoffe (s. S. 223) viel benutzt. Die Gruppe hat eine Reihe kennzeichnender Eigentümlichkeiten.

Digitized by Google

Die Ammonsalpetersprengstoffe bestehen in der Hauptsache (zu etwa 60—95%) aus Ammonsalpeter, dem brennbare oder explosible Bestandteile zugemischt sind. Häufig führen sie außerdem noch geringere Beimengungen von Nitroglyzerin oder Aluminium zur Erhöhung der Sprengkraft, oder es werden ihnen Salze beigemischt, die auf Erhöhung der Schlagwettersicherheit durch Kühlung der Flammentemperatur hinwirken sollen.

Der Ammonsalpeter selbst ist eine explosible Verbindung und zerfällt in der Explosion nach folgender Formel:

$$N_2 H_4 O_3 = N_2 + 2 H_2 O + \tfrac{1}{2} O_2$$

Wie man sieht, liefert Ammonsalpeter in den Nachschwaden außer Stickstoff und Wasserdampf freien Sauerstoff, so daß er an und für sich ein Sprengstoff mit den denkbar günstigsten Nachschwaden wäre. Die Explosionsfähigkeit des reinen Ammonsalpeters ist aber nicht groß genug, um ihn allein als Sprengstoff benutzen zu können. Auch würde die bei der Explosion entwickelte Kraft zu gering sein.

Die zur Erhöhung der Explosionsfähigkeit und Arbeitsleistung dem Ammonsalpeter zugesetzten Bestandteile sind entweder nur einfach brennbar (Mehl, Naphthalin, Harz, Öl, verseifte Fette usw.) oder sind nitrierte Körper (Nitroabkömmlinge des Toluols, Naphthalins, Diphenylamins usw.).

Wenn es sich um brennbare Zumischungen handelt, so hält sich deren Anteil in verhältnismäßig engen Grenzen, da schon wenige Prozente genügen, um den noch verfügbaren Sauerstoff zu binden. Besteht der Zusatz aus nitrierten Körpern, so kann er höher werden, da ja dann die Beimischung selbst einen gewissen Sauerstoffvorrat mitbringt.

128. — Eigenschaften. In den Nachschwaden der Ammonsalpetersprengstoffe herrscht, wie aus der Zersetzungsgleichung des Ammonsalpeters und aus der Zusammenstellung auf S. 208 (s. Wetter-Detonit A und Ammonit 1) hervorgeht, stets der Wasserdampf vor. Es ist dies eine für die Verwendung günstige Eigenschaft, da die Nachschwaden unschädlich sind und ihre Menge wegen des alsbaldigen Niederschlags des Wasserdampfes gering ist, so daß man bald wieder den Arbeitsort betreten kann. Auch sonst besitzen die Ammonsalpetersprengstoffe mancherlei angenehme Eigenschaften. Sie sind gegen Stoß und Schlag unempfindlich, so daß sie im Gebrauche und Verkehr ungefährlich sind und wegen ihrer Handhabungsicherheit auf der Eisenbahn als Stückgut zugelassen werden. Ins Feuer geworfen, brennen Ammonsalpetersprengstoffe anscheinend nur widerwillig und in der Regel nur so lange, als sie unmittelbar mit einer äußeren Flamme in Berührung stehen. Etwa im Haufwerk unexplodiert gebliebene Patronen werden also, wenn sie keine Sprengkapsel enthalten, weder durch den Stoß eines Gezähes noch später im Feuer, wohin sie mit der Kohle geraten könnten, Unheil anzurichten vermögen. Die Ammonsalpetersprengstoffe gefrieren schließlich nicht und sind somit auch bei größter Kälte unmittelbar brauchbar.

Diese Vorzüge haben den Ammonsalpetersprengstoffen eine große Verbreitung verschafft.

Als Nachteil ist zunächst die hygroskopische Natur aller Ammonsalpetersprengstoffe hervorzuheben. Die Sprengstoffe müssen deshalb besonders gut verpackt sein und dürfen nicht allzulange in der Grube lagern. Andernfalls

Digitized by Google

nehmen sie Feuchtigkeit an und verlieren ihre Explosionsfähigkeit. In Kalisalzgruben ist allerdings wegen der dort herrschenden Trockenheit der Luft die Lagerung unbedenklich. Auch die an sich vorteilhafte, geringe Empfindlichkeit ist insofern ein Nachteil, als sehr starke Sprengkapseln zur Zündung benutzt werden müssen, da diese Kapseln teuer sind und selbst eine Gefahrenquelle bilden. Die Kraft der Ammonsalpetersprengstoffe ist je nach der Zusammensetzung verschieden, erreicht aber nicht diejenige des Gelatinedynamits, zumal auch die Ladedichte nur 0,8—1,0 ist.

129. — Die Reihe der zugelassenen Sprengstoffe ergibt sich aus der folgenden Zusammenstellung:

Bezeichnung des Sprengstoffs	Ammonsalpeter (zu geringem Teil durch Kalisalpeter ersetzbar)	Pflanzenmehl, Zellulose (der chemisch veränderter Zellstoff	Feste oder flüssige Kohlenwasserstoffe	Nitroabkömmlinge des Toluols und (oder) Naphthalins und (oder) Diphenylamins	Nitroglyzerin (auch gelatiniert)	Kaliumperchlorat	Aluminium
	%	%	%	%	%	%	%
Ammonit 1 . . .	77—85	1—6	—	10—18	3—4	—	—
Ammonit 2 . . .	77—87	1—6	—	12—20	—	—	—
Ammonit 3 . . .	72—76	1—4	—	11—15	3—4	3—5	—
Ammonit 4 . . .	70—77	1—4	—	10—16	—	5—10	—
Ammonit 5 . . .	73—81	0—4	0—4	5—15	—	0—5	2—12
Ammonit 6 . . .	82—88	1—6	—	3—8	3—4	—	—
Ammonit 7 . . .	83—88	1—6	—	7—11	—	—	—.

γ) Gruppe der Perchloratsprengstoffe.

130. — Eigenschaften und Zusammensetzung. Das Kaliumperchlorat ($KClO_4$) gibt (ebenso wie das Ammoniumperchlorat) leicht seinen Sauerstoff ab, so daß es zur Sprengstoffbereitung gut geeignet ist, soweit sein verhältnismäßig hoher Preis nicht hinderlich ist. Seine Handhabungsicherheit ist nicht so groß wie die der Ammonsalpetersprengstoffe, aber größer als die der Chloratsprengstoffe. Perchlorat verbessert Ammonsalpetersprengstoffe insofern, als es deren Explosionsfähigkeit erhöht. Die Sprengstoffe der Gruppe heißen jetzt Perchloratite. Die drei zugelassenen Zusammensetzungen erhellen aus der folgenden Zahlentafel:

Bezeichnung des Sprengstoffs	Kaliumperchlorat (10% ersetzbar durch Ammonsalpeter und [oder] Kalisalpeter)	Kalium- und (oder) Ammoniumperchlorat	Ammonsalpeter (bei Anwesenheit von Ammoniumperchlorat z.T. durch Kalisalpeter ersetzbar)	Nitroabkömmlinge des Toluols und (oder) Naphthalins und (oder) Diphenylamins	dgl., jedoch 4% ersetzbar durch Nitrozellulose	Pflanzenmehl und (oder) feste Kohlenwasserstoffe	Nitroglyzerin
	%	%	%	%	%	%	%
Perchloratit 1	60—75	—	—	20—30	—	1—5	3—6
Perchloratit 2	62—75	—	—	—	20—30	1—8	—
Perchloratit 3	—	30—40	35—45	—	15—20	3—8	—

Digitized by Google

δ) Gruppe der Chloratsprengstoffe.

131. — Eigenschaften und Zusammensetzung. Das Kaliumchlorat ($KClO_3$) und das Natriumchlorat ($NaClO_3$) geben in der Explosionszersetzung ihren Sauerstoff leicht ab. Die Chlorate haben ferner den Vorteil der Billigkeit und konnten auch bislang schon ohne Schwierigkeit im Inlande hergestellt werden, als noch der Salpeter aus dem Auslande beschafft werden mußte. Die Verarbeitung zum fertigen Sprengstoff durch Beimischung eines Kohlenstoffträgers ist so einfach, daß sie nötigenfalls sogar ohne Maschinen von Hand geschehen kann. Die Empfindlichkeit dieser Sprengstoffe gegen Stoß, Schlag und Reibung läßt sich dadurch, daß man sie durch Beimischung öliger oder wachsartiger Stoffe plastisch macht, bis zu einem gewissen Grade vermindern. Tatsächlich liegt die Handhabungsicherheit der Sprengstoffe zwischen derjenigen der Ammonsalpetersprengstoffe und der Dynamite. Auch die Eisenbahnverkehrsordnung vom Jahre 1908 trägt dieser verhältnismäßig hohen Handhabungsicherheit Rechnung, indem sie die Chloratsprengstoffe in beschränkten Mengen zum gewöhnlichen Stückgutverkehr zuläßt. Durch Feuchtigkeit leiden die Chloratsprengstoffe erheblich weniger als die Ammonsalpetersprengstoffe. Zur Zündung werden Kapseln Nr. 8 gebraucht.

Infolgedessen hat man Chlorate schon lange und trotz mancher Mißerfolge immer wieder zur Sprengstoffbereitung heranzuziehen versucht.

Die Zusammensetzung der drei in Preußen zugelassenen Chloratsprengstoffe (Chloratite) ergibt sich aus der folgenden Zusammenstellung.

Bezeichnung des Sprengstoffs	Kalium- und (oder) Natriumchlorat	Kalium- und (oder) Natriumchlorat (30 % ersetzbar durch Kaliumperchlorat und [oder] Kalisalpeter)	Nitroabkömmlinge des Toluols und (oder) Naphthalins und (oder) Diphenylamins	Pflanzenmehl	Feste Kohlenwasserstoffe und (oder) Öle und (oder) Fette	Nitroglyzerin	Flüssige Kohlenwasserstoffe (Flammpunkt über 30° C)
	%	%	%	%	%	%	
Chloratit 1 . .	—	70—80	12—20	1—5	3—5	2—6	—
Chloratit 2 . .	—	70—85	10—20	1—5	3—5	—	—
Chloratit 3 . .	88—91	—	—	—	—	—	12—9

Von diesen entspricht das Chloratit 2 etwa dem im Auslande viel gebrauchten Cheddit. Das Chloratit 3 (früher Miedziankit) wird einfach in der Weise hergestellt, daß das Kaliumchlorat in fein gelochte Patronenhülsen eingebracht und die Patrone alsdann durch Eintauchen in Petroleum mit diesem getränkt wird. Nach dem Tränken wird die Patrone in eine mit Paraffin überzogene Hülle gesteckt, die die Verdunstung des Petroleums aufhalten und den Inhalt vor Feuchtigkeit schützen soll. Tatsächlich hat sich dieser Sprengstoff vielfach gut bewährt, so daß z. B. die Fürstlich Plessische Verwaltung auf der Bradegrube in Oberschlesien eine eigene Herstellungsanlage für Miedziankit erbaut hat[1]).

[1]) Zeitschr. d. Oberschl. Berg- u. Hüttenm. Ver. 1914, Novemberheft, S. 435; Ebeling: Neue Erfahrungen mit Miedziankit; — ferner Kali 1921, Nr. 9, S. 141 u. f.; Joesten: Kritische Erörterung der Verwendung von Chloratsprengstoffen im deutschen Kalibergbau.

Digitized by Google

132. — Besondere Erfahrungen mit Chloratsprengstoffen. Auf die Empfindlichkeit der Chloratsprengstoffe gegen Stoß, Schlag und Reibung ist schon in Ziff. 131 hingewiesen[1]). Sie trifft hauptsächlich für solche Zusammensetzungen zu, die ohne ölige oder wachshaltige Beimengungen hergestellt sind und deshalb beim Laden und Besetzen zur Vermeidung von Frühzündungen und den damit verbundenen Unglücksfällen vorsichtig behandelt werden müssen. Trotz dieser Empfindlichkeit ist die Explosionsfähigkeit längerer Ladesäulen nicht gut. Wenn die Zündung nicht sehr kräftig erfolgt oder wenn die Verdämmung der Ladung ungenügend ist (z. B. bei zu geringem Besatz oder in klüftigem Gestein) neigt die Explosion dazu, „abzusetzen", d. h. sie pflanzt sich nicht über die ganze Sprengstoffsäule fort und läßt einen Teil der Ladung unexplodiert zurück. In manchen Fällen geht sie in ein schnelles Abbrennen oder Verpuffen über, was das Austreten einer starken Flamme aus dem Bohrloche zur Folge hat. Das Verpuffen ist ein schnell verlaufendes Auskochen; es hat bei Chloratsprengstoffen, die Nitroglyzerin oder Nitrokörper enthalten, die Bildung von Stickoxyd im Gefolge. Wiederholt sind durch die Schwaden dieser Sprengstoffe Leute nach mehreren Tagen gestorben, ohne daß man in ihrem Blut Kohlenoxyd hätte feststellen können.

Ferner hat sich bei der Verwendung dieser Sprengstoffe im Grubenbetriebe eine besondere, bisher wenig bekannte Gefahr gezeigt, nämlich die des Nachflammens und des Nachbrennens[2]). Beim Abtun des Schusses bilden unter Umständen die brennbaren Nachschwaden eine große Flamme, die sich gelegentlich bis 8 m weit vom Schußorte erstreckt und alsdann wie ein großer, feuriger Ball verpufft. Die Flamme springt dann auch wohl wieder nach dem Schußort zurück auf das hereingeschossene, von Gasen der Sprengladung erfüllte Haufwerk, wo die Gase an der Oberfläche lebhaft weiterbrennen. Durch das Nachflammen, das eine dem Mündungsfeuer an Geschützen ähnliche Erscheinung ist, sind i. J. 1915 7 Kohlenstaubexplosionen entstanden.

Als weitere Gefahrenquelle hat sich bei den Chloratsprengstoffen die Zusammenmengung von Chlorat und Ammonsalpeter gezeigt. Die beiden Stoffe vertragen sich nicht, sie wirken unter Wärmeentwicklung aufeinander ein, indem sie Chlor und Chlorsäure abspalten und Ammonchlorat bilden. Dieses ist nicht beständig, zersetzt sich und führt in Gegenwart organischer Stoffe, wie sie in keinem Sprengstoff fehlen, zur Selbstentzündung.

Während der Kriegszeit sind mehrere folgenschwere Brände und Explosionen von Sprengstofflagern unter Tage vorgekommen, die mit großer Wahrscheinlichkeit auf irrtümliche, vielleicht auch auf böswillige Zusammenmengung von Chlorat und Ammonsalpeter zurückzuführen sind. Zweckmäßig werden deshalb von denjenigen Sprengstoffabriken, die Ammonsalpetersprengstoffe herstellen, grundsätzlich Chlorate, und von denjenigen, die Chloratsprengstoffe liefern, Ammonsalpeter ferngehalten.

[1]) Vgl. Zeitschr. f. d. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes. 1919, S. 446 u. f.; Kohl: Die Sprengstofflagerexplosion auf dem Kalisalzbergwerk Reichsland usw.

[2]) Nach einem bisher ungedruckten Vortrage des Bergassessors Beyling zu Dortmund, Leiters der berggewerkschaftlichen Versuchstrecke.

Digitized by Google

Die Empfindlichkeit beim Laden und Besetzen, das häufige Auftreten starker Flammenerscheinungen und das Vorkommen tödlicher Vergiftungen durch die Nachschwaden sind Übelstände, die der allgemeineren Verwendung der sonst recht brauchbaren Sprengstoffe einstweilen hindernd im Wege stehen. In keinem Falle sind diese für die Verwendung in schlagwetter- und kohlenstaubgefährlichen Gruben geeignet.

3. Wettersprengstoffe[1]).

α) Bedeutung der Frage der Wettersprengstoffe.

133. — **Vorbemerkungen.** Unter „Sicherheitsprengstoffen" werden im Erz- und Salzbergbau, im Steinbruchbetrieb sowie im allgemeinen Sprengstoffverkehr die handhabungsicheren Sprengstoffe (insbesondere die Ammonsalpetersprengstoffe) verstanden, während im Steinkohlenbergbau früher als Sicherheitsprengstoffe solche Sprengstoffe galten, die gegenüber Schlagwettern und Kohlenstaub eine erhöhte Sicherheit (s. Ziff. 135) besaßen. Da sich aus der doppelten Bedeutung des Wortes Mißverständnisse und Unzuträglichkeiten ergaben, ist neuerdings für die schlagwetter- und kohlenstaubsicheren Sprengstoffe die Bezeichnung „Wettersprengstoffe" eingeführt worden. Wenn auch an schlagwetter- oder kohlenstaubgefährlichen Punkten überhaupt nicht geschossen werden soll, so muß man doch auf allen Steinkohlengruben mit dieser Gefahr bei Ausübung der Sprengarbeit trotz aller Vorsichtsmaßnahmen mehr oder weniger rechnen. Durch Schwarzpulver und Dynamit werden Schlagwettergemische überaus leicht gezündet. Es genügen hierfür Bruchteile eines Grammes Schwarzpulver und wenige Gramm Dynamit, wenn sie unbesetzt im Bohrloche oder gar freiliegend explodieren. Auch Kohlenstaubaufwirbelungen ohne jede Schlagwetterbeimengung werden in den Versuchstrecken (s. Ziff. 137) bei unbesetzten Schüssen durch Ladungen von 40—80 g Schwarzpulver oder Dynamit mit Sicherheit gezündet.

Der übliche Besatz über der Schußladung erhöht zwar die Sicherheit beträchtlich, namentlich bei dem Dynamit und ähnlichen brisanten Sprengmitteln. Bei diesen verläuft unter der deckenden Hülle des Besatzes die Explosion so schnell, daß eine Zündung der Schlagwetter nach außen hin erschwert wird. Immerhin hat die Erfahrung gelehrt, daß auch Dynamit trotz Verwendung von Besatz durchaus nicht schlagwettersicher ist. Fälle, bei denen früher durch vorschriftsmäßigen Gebrauch des Dynamits Schlagwetter oder Kohlenstaub in der Grube gezündet wurden, sind leider in reichlicher Anzahl bekannt geworden.

134. — **Anwendung nassen oder feuchten Besatzes.** Andere Vorsichtsmaßnahmen führten auch nicht zu einem durchschlagenden Erfolge. Von dem Engländer Macnab stammt der Vorschlag, das Austreten der Explosionsflamme nach außen durch Wasserbesatz, der in Form einer Patrone auf die Ladung gebracht wird, zu verhindern. Ähnlich wirkt die von Galloway vorgeschlagene Verwendung eines nassen Moosbesatzes. Settle

[1]) Die Bekämpfung der Schlagwetter- und Kohlenstaubgefahr im allgemeinen wird im Abschnitt „Grubenbewetterung" besprochen.

Digitized by Google

schlug vor, die Sprengpatrone ganz und gar in einem weiteren Wassersacke unterzubringen und in diesem gegen seitliche und axiale Verschiebungen zu sichern, so daß sie ringsum von Wasser umgeben ist.

Der Gebrauch der Settleschen Patronen blieb jedoch wegen der Umständlichkeit der Herstellung ziemlich beschränkt. Was den Wasserbesatz angeht, so scheint er bei Schwarzpulver wegen der langen Brenndauer keine genügend sichernde Wirkung zu haben. Aber auch Dynamitschüsse verhalten sich nach den Schießergebnissen der Versuchstrecken sicherer unter festem Letten- als unter Wasserbesatz. In jedem Falle liegt bei Verwendung des Wassers als Besatz Gefahr in dem Umstande, daß die Sicherheit von der ordentlichen Ausführung und somit von der Zuverlässigkeit und Sorgfalt des Bergmanns abhängt.

135. — Begriff des Wettersprengstoffes. Die Wettersprengstoffe, die ohne besondere Vorkehrungen eine erhöhte Schlagwetter- und Kohlenstaubsicherheit besitzen, verdienen deshalb vom sicherheitlichen Standpunkte aus den Vorzug. Das Verlangen nach solchen Sprengstoffen wurde um so dringender, je mehr der Steinkohlenbergbau in die Tiefe drang und die Schlagwetter- und Kohlenstaubgefahr wuchs. Die ersten Wettersprengstoffe sind 1888 auf dem Markt erschienen.

Eine bestimmte Umgrenzung des Begriffs „Wettersprengstoff" oder, wenn man den früher üblichen Ausdruck verwenden will, „Sicherheitsprengstoff" gibt es freilich nicht und kann es nicht geben, weil kein Sprengstoff beim Gebrauche völlige Sicherheit gegenüber Schlagwettern und Kohlenstaub bietet. Zwar läßt sich ohne weiteres sagen, daß man unter Wettersprengstoffen solche Sprengmittel versteht, die im Verhältnis zu Sprengpulver und Dynamit eine wesentlich erhöhte Sicherheit gegenüber der Schlagwetter- und Kohlenstaubgefahr besitzen. Wo man die Grenze zu ziehen hat, ist jedoch zweifelhaft, und in der Tat ist sie zu verschiedenen Zeiten und in verschiedenen Ländern sehr verschieden gezogen worden.

Die Liste der in Preußen zugelassenen Wettersprengstoffe wird durch den Minister für Handel und Gewerbe veröffentlicht. Für die Patronen sowohl wie für die Umhüllung der Patronenpakete ist gelblich-weißes Papier zu benutzen. Der Aufdruck auf den Paketen soll den Namen und die Art des Sprengstoffes angeben. Der Patronendurchmesser muß 30 mm betragen.

136. — Ursachen der Schlagwetter- und Kohlenstaubsicherheit. Die Schlagwettersicherheit der Sprengstoffe hängt in erster Linie von der Explosionstemperatur, sodann aber auch von der Explosionschnelligkeit, dem Druck der Gase am Explosionsorte, der Flammendauer, der Zusammensetzung der Explosionschwaden und wahrscheinlich noch von weiteren Umständen ab.

Von den vielen Zusätzen, die man den Wettersprengstoffen zur Erzielung und Erhöhung ihrer Schlagwettersicherheit beimengt, haben sich am besten das Kochsalz (Chlornatrium) und das Chlorkalium bewährt. Einzelne Wettersprengstoffe enthalten bis zu 40% solcher Salze.

137. — Erprobung der Schlagwetter- und Kohlenstaubsicherheit. Die Sicherheit kann nur nach dem Versuche, niemals aus der Rechnung allein beurteilt werden. Die Erprobung erfolgt in den sog. „Versuchstrecken",

Digitized by Google

die über Tage angelegt werden[1]). Diese enthalten abgeschlossene Kammern, die mit Schlagwettern unter Verwendung von natürlichem Grubengas (CH_4) oder, falls solches nicht zu beschaffen ist, von Leuchtgas-, Benzin- oder Gasolingas gefüllt werden können und zur Erprobung der Kohlenstaubsicherheit mit Vorrichtungen zur Aufwirbelung von Kohlenstaub versehen sind. Nachdem so entweder ein Gas- oder ein Kohlenstaub-Luftgemisch in der Kammer hergestellt ist, wird aus einem Mörser eine unbesetzte Sprengladung des zu untersuchenden Sprengstoffes abgefeuert.

Im allgemeinen kann man sagen, daß, je größer die nicht mehr zündende, also noch sichere Ladungsmenge, die sog. Grenzladung oder Sicherheitsgrenze des Sprengstoffs, ist, um so höher seine Sicherheit einzuschätzen ist. Jedoch gilt dieser Satz nicht unbeschränkt. Gewisse Wettersprengstoffe zeigen die Eigentümlichkeit, daß sie mit mittleren Ladungen die Schlagwetter zu zünden vermögen, mit größeren Lademengen aber wieder sicherer werden. Diese eigenartige Tatsache ist wohl aus dem jeweiligen Zusammenwirken der verschiedenen, die Zündung beeinflussenden Bedingungen zu erklären. Es ist durchaus denkbar, daß z. B. die Mischung der Schwaden mit den Schlagwettern bei einem bestimmten Mengenverhältnis für die Zündung die günstigsten Voraussetzungen schafft, während eine weitere Zunahme der Schwaden durch eine vergrößerte Lademenge das Gemisch wieder unentzündlich macht.

In jedem Falle sollen die Wettersprengstoffe bis zu einer gewissen Lademenge, die bei etwa 300—400 g liegen mag, auf der Versuchstrecke unter allen Umständen sicher sein.

138. — **Bewertung der in den Versuchstrecken erzielten Ergebnisse.** Eine wichtige Frage ist, ob die in der Versuchstrecke ohne Besatz aus dem Bohrloche eines Schießmörsers abgetanen Probeschüsse für gefährlicher oder für sicherer als die Sprengschüsse in der Grube zu erachten sind. Der unbesetzt aus dem Schießmörser abgegebene Schuß verrichtet nur eine geringe Arbeit, und die Explosionsgase brechen ohne die schützende Hülle des Besatzes fast mit ihrer Anfangstemperatur in das Schlagwettergemisch herein. Man sollte deshalb annehmen, daß die Sprengarbeit in der Grube weit weniger gefährlich als ein derartiger Schießversuch in der Versuchstrecke sei. Es dürfte auch kein Bedenken vorliegen, die Richtigkeit dieser Schlußfolgerung ohne weiteres anzuerkennen, wenn die Sprengarbeit in der Grube ordnungsgemäß ausgeführt wird. Im Falle der nicht vorschriftsmäßigen Ausführung der Sprengarbeit ist es allerdings unmöglich, die Verhältnisse abzuschätzen und mit den Bedingungen der Versuchstrecke zu vergleichen. Der Sprengschuß in der Grube kann derart überladen und in solcher Richtung angesetzt sein, daß er als Ausbläser wirken muß. Wenn dann der Besatz unzureichend ist oder aus trockenem Kohlenstaub besteht oder die Sprengladung gar das Bohrloch nahezu bis zur Mündung erfüllt, so ist es leicht

[1]) Neben diesen vorzugsweise der Erprobung der Schlagwetter- und Kohlenstaubsicherheit von Sprengstoffen dienenden Versuchstrecken gibt es auch andere, die hauptsächlich zum Zwecke des Studiums der Kohlenstaubgefahr und der Bekämpfung von Kohlenstaubexplosionen erbaut sind. Sie zeichnen sich in der Regel durch sehr erhebliche Längen (mehrere hundert Meter) aus. Näheres s. Glückauf 1913, Nr. 13, S. 433 u. f.; Beyling u. Zix: Die Versuchstreckenanlage in Derne.

Digitized by Google

möglich, daß ein solcher Schuß an Gefährlichkeit einem ausblasenden Schusse in der Versuchstrecke kaum nachsteht. In Rücksicht zu ziehen sind ferner außergewöhnlich ungünstige örtliche Verhältnisse, z. B. unbeachtete Ablösungen im Gestein, infolge deren dieses fast ohne Kraftabgabe der Explosionsgase nachgibt und den explodierenden Sprengstoff sozusagen bloßlegt. Ähnlich liegen die Bedingungen, wenn von mehreren Schüssen der erste einen Bläser freilegt oder Kohlenstaub aufwirbelt und teilweise oder ganz die Vorgabe des zweiten wirft.

Man darf also nicht annehmen, daß die auf einer Versuchstrecke bei gewissen Bedingungen ermittelten Sicherheitsladegrenzen eines Sprengstoffs nun etwa auch für alle Fälle des wirklichen Grubenbetriebes unmittelbare Bedeutung haben. Nur soviel läßt sich sagen, daß Wettersprengstoffe, die in den Versuchstrecken sich im Verhältnis zu anderen Sprengstoffen als besonders schlagwettersicher gezeigt haben, auch im Betriebe hochgradig sicher sind.

Zur Beschränkung der Schlagwettergefahr bei der Sprengarbeit ist es jedenfalls richtig und zweckmäßig, für Wettersprengstoffe eine Höchstladung, die nicht überschritten werden darf, festzusetzen und eine Mindestlänge des Besatzes vorzuschreiben.

β) Einzelbesprechung.

139. — Einteilung. Die zur Zeit zugelassenen Wettersprengstoffe lassen sich in 3 Gruppen einteilen. Es sind dies

1. die Ammonsalpeter-Wettersprengstoffe,
2. die halbgelatinösen Wettersprengstoffe,
3. die gelatinösen Wettersprengstoffe.

Perchlorat- und Chloratsprengstoffe werden als Wettersprengstoffe nicht mehr benutzt.

140. — Die Ammonsalpetersprengstoffe als Wettersprengstoffe. Über die Eigenschaften der Ammonsalpetersprengstoffe im allgemeinen ist in Ziff. 127 u. 128 das Erforderliche gesagt. Die Zusammensetzung der Wettersprengstoffe ist derjenigen der Gesteinsprengstoffe dieser Gruppe ähnlich: der Ammonsalpeter-Bestandteil beträgt 60—90%, der Zusatz an Nitroglyzerin etwa 4%, während die Nitrokörper stark zurücktreten; die Verwendung von Aluminium ist nicht zulässig. Als sichernde Bestandteile werden Chlornatrium und Chlorkalium gebraucht. Die Sprengstoffe sind pulverförmig locker, die Ladedichte beträgt annähernd 1,0, die erreichbare Ausbauchung im Bleimörser rund 240 ccm. Die auf der Versuchstrecke noch sichere Lademenge liegt etwa bei 500—600 g. Die im Betriebe zugelassenen Höchstlademengen sind sowohl für Schlagwettergruben wie für schlagwetterfreie Steinkohlengruben 800 g. Nur für das Wetter-Ammonkahücit A ist die für Schlagwettergruben zugelassene Höchstlademenge auf 700 g beschränkt

Die folgende Liste zählt die zunächst zugelassenen Wettersprengstoffe dieser Gruppe auf:

Digitized by Google

Bezeichnung des Sprengstoffs	Ammonsalpeter	Barytsalpeter	Kalisalpeter	Nitronaphthalin	Trinitrotoluol	Binitrotoluol	Holzmehl	Kohle	Naphthalin	gelat. Nitroglyzerin	Chlornatrium	Chlorkalium
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Wetter-Ammonkahücit A	64,7	—	—	—	8,0	—	1,3	2,0	—	4,0	20,0	—
Wetter-Ammonkahücit B	67,0	—	—	—	—	6,0	1,5	1,5	—	4,0	20,0	—
Wetter-Dahmenit A . .	81,0	8,0	—	—	2,0	—	1,0	—	—	4,0	—	4,0
Wetter-Detonit A	82,0	—	—	1,0	—	—	2,0	0,5	—	4,0	—	10,5
Wetter-Detonit B	81,0	8,0	—	—	2,0	—	1,0	—	—	4,0	—	4,0
Wetter-Donarit A	82,0	—	—	1,0	—	—	2,0	0,5	—	4,0		10,5
Wetter-Donarit B	81,0	8,0	—	—	2,0	—	1,0	—	—	4,0	—	4,0
Wetter-Fördit A	75,0	—	—	—	—	—	2,0	0,75	—	4,0		18,25
Wetter-Lignosit A . . .	62,0	—	5,0	—	6,3	0,7	4,0	—	—	4,0	18,0	—
Wetter-Lignosit B . . .	61,5	3,0	—	—	—	5,0	4,0	—	—	4,0	22,5	—
Wetter-Sonnit A	81,0	8,0	—	—	2,0	—	1,0	—	—	4,0	—	4,0
Wetter-Westfalit A . . .	84,0	2,4	—	—	—	—	—	—	1,6	4,0	—	8,0
Wetter-Westfalit B . . .	82,0	—	—	—	—	—	1,5	1,5	—	4,0	—	11,0
Wetter-Westfalit C . . .	80,0	2,0	4,0	—	3,0	—	2,0	—	—	4,0	—	5,0

141. — Die halbgelatinösen Wettersprengstoffe. Diese den Übergang zu den gelatinösen Wettersprengstoffen bildende Gruppe besitzt einen auf 50—60% verminderten Ammonsalpetergehalt. Der Zusatz an gelatiniertem Sprengöl steigt auf etwa 12%, während der Gehalt an Nitrokörpern nur 0—5% beträgt. Dagegen steigt der Gehalt an Chlornatrium oder Chlorkalium auf 20—30% an.

Mit diesen Sprengstoffen sind Ladedichten von 1,3 erreichbar; die Ausbauchungen im Bleimörser betragen 190—220 ccm. Sie eignen sich für härtere Kohle und ein leicht schießbares Nebengestein.

Die zugelassenen Zusammensetzungen sind die folgenden:

Bezeichnung des Sprengstoffs	gelat. Nitroglyzerin	Ammonsalpeter	Holzmehl	Kohle	Binitrotoluol	Trinitrotoluol	Chlornatrium	Chlorkalium	Zugelassene Höchstlademenge für Schlagwettergruben	Zugelassene Höchstlademenge für schlagwetterfreie Gruben
	%	%	%	%	%	%	%	%	g	g
Wetter-Astralit A . . .	12	57	2	2	—	—	27	—	800	800
Wetter-Baldurit A . . .	12	50	2	0,5	2	—	—	33,5	600	800
Wetter-Bavarit A . . .	12	55	1	1	3	—	28	—	800	800
Wetter-Bavarit B . . .	12	56	—	—	2	2	28	—	800	800
Wetter-Salit A	12	55	2	3	—	—	—	28	700	800
Wetter-Siegrit A . . .	12	57	2	2	—	—	—	27	800	800

142. — Die gelatinösen Wettersprengstoffe werden insbesondere für Gesteinsarbeiten gern benutzt. Der Gehalt an gelatiniertem Sprengöl ist auf 25—30% erhöht, derjenige an Ammonsalpeter auf 25—35% vermindert, während der Chlornatrium- oder Chlorkaliumzusatz auf 35—40% gesteigert

15*

Digitized by Google

werden muß. Demgegenüber treten die sonstigen Zusätze (an Nitrokörpern, Holzmehl u. dgl.) stark zurück.

Die Sprengstoffe besitzen die aus ihrer gelatinösen Beschaffenheit sich ergebenden Vorteile, indem sie den Hohlraum des Bohrlochs vollkommen und dicht ausfüllen. Die Ladedichte steigt bis 1,7, woraus sich die gute Eignung der Sprengstoffe auch für festeres Gestein erklärt; die erzielbaren Ausbauchungen im Bleimörser liegen zwischen 170 und 210 ccm. Die zugelassenen Zusammensetzungen ergeben sich aus der folgenden Liste:

Bezeichnung des Sprengstoffs	gelat. Nitroglyzerin	Ammonsalpeter	Natronsalpeter	Barytsalpeter	50%ige Kalziumnitratlösung	Gelose	Binitrotoluol	Trinitrotoluol	Glyzerin	Holzmehl	Magnesiumsilikat	Talkum	Chlornatrium	Chlorkalium
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Wetter-Agesid A .	30,0	27,0	3,4	—	—	—	—	—	—	—	1,6	—	—	38,0
Wetter-Arit A . . .	25,8	29,5	—	—	—	—	—	3,7	1,0	—	—	—	40,0	—
Wetter-Arit B . . .	25,8	31,0	—	—	—	—	—	4,2	1,0	—	—	—	38,0	—
Wetter-Carbonit A .	30,0	26,5	—	—	3,0	—	—	—	—	0,5	—	—	40,0	—
Wetter-Markanit A .	26,0	32,0	—	—	2,5	—	2,0	—	—	1,0	—	—	36,5	—
Wetter-Nobelit A .	26,0	32,0	—	—	2,5	—	2,0	—	—	1,0	—	—	36.5	—
Wetter-Nobelit B .	30,0	26.5	—	—	3.0	—	—	—	—	0,5	—	—	40,0	—
Wetter-Nobelit C .	21,7	29,3	—	—	5.0	—	2,0	—	—	1,0	—	—	38,0	—
Wetter-Wasagit A .	28,0	20,0	—	10,0	—	1,0	—	—	—	—	—	0,5	—	40,5
Wetter-Wasagit B .	26,0	36,0	—	—	—	—	1,35	1,35	—	0,3	—	—	—	35,0

Im Betriebe sind auf Schlagwettergruben für Wetter-Arit A 700 g und für Wetter-Wasagit B 600 g Höchstladung zugelassen, während die sonstigen auf Schlagwettergruben und auf schlagwetterfreien Steinkohlengruben zugelassenen Höchstlademengen einheitlich 800 g sind.

4. Lagerung der Sprengstoffe.

143. — Allgemeines. Die Hersteller der Sprengstoffe pflegen in jedem Bergbaubezirke oberirdische Sprengstofflager mit großen Beständen zu unterhalten, von denen aus die Verteilung der Sprengstoffe auf die einzelnen Gruben durch Fuhrwerk stattfindet. Auch die Gruben müssen naturgemäß Lager unterhalten, deren Bestände den Bedarf für einige Wochen oder länger zu decken imstande sind. Diese Lager können über oder unter Tage eingerichtet werden. Tatsächlich herrscht die Lagerung unter Tage weitaus vor. Schon die polizeiliche Genehmigung des unterirdischen Lagers ist einfacher und leichter zu erwirken, da ja die Rücksicht auf benachbarte Wohnungen, Eisenbahnen, Wege u. dgl. fortfällt. Die Lagerung unter Tage hat ferner den Vorteil einer gegen Einbrüche sowohl wie gegen Naturereignisse, insbesondere Blitzschläge gesicherten Lage. Die Bewachung ist leichter und wirksamer. Die Verausgabung der Sprengstoffe erfolgt unter Tage in größerer Nähe der Arbeitspunkte, so daß die ausgegebenen Einzelmengen nur auf kurze Entfernungen befördert zu werden brauchen. Die Zurücklieferung

Digitized by Google

der in der Schicht nicht verbrauchten Sprengstoffmengen kann leichter überwacht werden. Schließlich ist unter Tage in der Regel eine gleichmäßige Temperatur vorhanden, die für die Erhaltung der Sprengstoffe günstig ist, das Gefrieren der sprengölhaltigen Sprengstoffe verhindert und gefrorene Sprengstoffe allmählich zum Auftauen bringt.

144. — Die Ausführung unterirdischer Lager. Die Lagerung der Sprengstoffe unter Tage wird durch bergpolizeiliche Vorschriften geregelt, die hier nicht wiederholt zu werden brauchen. Über diese Vorschriften hinaus hat man mehrfach noch dafür Vorsorge getroffen, daß im Falle einer Explosion des unterirdischen Lagers die Explosionschwaden nicht in die Grubenbaue eintreten und die Belegschaft gefährden können.

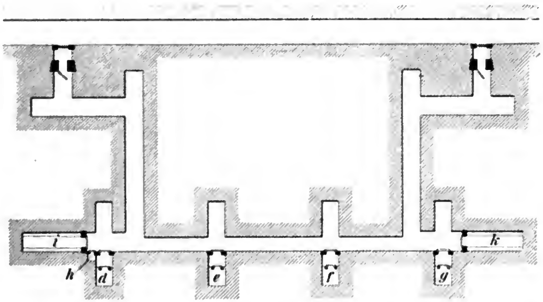


Abb. 211. Unterirdische Lagerungseinrichtungen für Sprengstoffe auf dem Hohenthalschachte bei Helbra.

Abb. 211 zeigt die auf dem Hohenthalschacht bei Helbra getroffenen Einrichtungen[1]). Es sind *d*, *e*, *f* und *g* die zur Lagerung der Sprengstoffe dienenden Kammern, die noch durch den kleinen Lagerraum *h* für Zündhütchen und durch die zur Aufbewahrung der von den Schießmeistern am Schlusse der Schicht zurückgebrachten Sprengstoffe und Schießmittel bestimmten Kammern *i* und *k* ergänzt werden. Die Kraft einer etwa eintretenden Explosion soll zunächst durch die vorgesehenen Sackgassen und Streckenknickungen geschwächt werden. Der sich rasch ausgleichende Druck gelangt sodann zu den starken, halb offen stehenden, eisernen Eingangstüren, die in widerstandsfähigen Mauerdämmen angeordnet sind, und wirft sie zu, so daß die Schwaden dem Förderquerschlage ferngehalten werden. Die Belegung der Kammern mit Sprengstoffen ist so bemessen, daß der ausgeglichene Gasdruck im Falle der Explosion 6—7 Atm. nicht übersteigt, welchem Drucke die Türen gewachsen sind.

[1]) Glückauf 1910, Nr. 12, S. 422 u. f.; Dr. Heinhold: Das unterirdische Sprengstofflager des Hohenthalschachtes bei Helbra; — ferner Glückauf 1897, Nr. 33, S. 633 u. f.; Über die Einrichtung von Sprengstofflägern unter Tage.

Digitized by Google

5. Vernichtung von Sprengstoffen.

145. — Vorsichtsmaßnahmen. Der Bergbeamte kommt öfter in die Lage, Sprengstoffe vernichten zu müssen, sei es, daß sie sich im Zustande der Zersetzung befinden, oder sei es, daß sie gefunden, beschlagnahmt oder aus anderen Gründen nicht verwendbar sind und beseitigt werden sollen.

Sprengpulver und Sprengsalpeter werden am besten in fließendes Wasser geworfen, wenn Schädigungen von Menschen und Tieren infolge Lösung des Salpeters nicht zu befürchten sind. Wo kein geeignetes fließendes Wasser zur Verfügung steht, kann man Wasserbehälter nehmen und in diesen durch Umrühren das Pulver auflösen. Ohne Zuhilfenahme von Wasser muß man das Pulver in einer langen dünnen Linie ausstreuen und mittels Zündschnur an einem Ende anzünden.

Dynamitpatronen legt man, nachdem zweckmäßig das Patronenpapier entfernt ist, mit ihren Enden aneinander und zündet die erste Patrone durch ein Stückchen Zündschnur (ohne Kapsel) oder mittels darübergelegten Papiers an. Da der Eintritt einer plötzlichen Explosion der Masse nicht unmöglich ist, muß man sich in eine angemessene Entfernung zurückziehen. Die Patronensäule ist so zu legen und anzuzünden, daß etwaiger Wind die Flamme vom Sprengstoffe wegtreibt, weil andernfalls das Feuer zu lebhaft wird und unter Umständen zur Explosion führt. Gefrorenes Dynamit ist besonders vorsichtig zu behandeln, da bei ihm die Verbrennung leicht in Explosion übergehen kann. Kleinere Mengen Dynamit kann man brockenweise in offenes Feuer schieben, oder man bringt die Patronen einzeln mittels Sprengkapseln zur Explosion. Wasser ist zur Vernichtung von Dynamit in keinem Falle anzuwenden, da es das Sprengöl ungelöst läßt und dieses unter Umständen noch Unheil anrichten kann.

Ammonsalpetersprengstoffe wirft man stückweise in offenes Feuer oder löst sie, falls keine explosive Beimischung vorhanden ist, in Wasser auf.

Perchlorat- und Chloratsprengstoffe werden verbrannt, wobei aber besondere Vorsicht zu beobachten ist, da das Brennen in Explosion übergehen kann. Enthalten sie keinen Nitrokörper, so kann man sie auch in Wasser auflösen.

Die halbgelatinösen und gelatinösen Wettersprengstoffe sind ihres Nitroglyzeringehaltes wegen wie Dynamit zu behandeln.

Sprengkapseln sind mittels Zündschnur zur Explosion zu bringen.

D. Die Zündung der Sprengschüsse.

146. — Einteilung. Die älteren Zündungsarten (Zündung durch einen Zündkanal oder mittels Zündschnur) sind sog. Außenzündungen; d. h. außerhalb des Bohrlochs wird ein zündender Funke an ein der Ladung vorgeschaltetes Zündmittel gebracht. Bei den Innenzündungen (Abzieh- und elektrische Zündung) dagegen entsteht eine Feuererscheinung nur im Innern des Bohrlochs. Die Innenzündungen werden auch Fernzündungen genannt, weil die Zündung aus der Ferne eingeleitet wird,

147. — Die Zündung durch einen offenen Zündkanal, der durch den Besatz bis zur Sprengladung führt, ist die einfachste Schußzündung.

Digitized by Google

Sie bürgerte sich zugleich mit der Einführung der Sprengarbeit ein. Beim alten Pflockbesatz, bei dem ein Holzpfropfen als Besatz in das Bohrloch eingebracht wurde, war der Zündkanal bereits im Holzpfropfen vorhanden. Beim Lettenbesatz wird er mittels der kupfernen oder messingnen, konischen Schieß- oder Räumnadel offen gehalten.

In den Kanal wurde früher loses Pulver hineingefüllt. Später verwendete man „Raketchen“, die durch Füllen von Strohhalmen oder Papierröhrchen mit feinkörnigem Jagdpulver hergestellt werden (Halm- oder Raketchenzündung). Auch mit Pulverbrei bestrichene und danach getrocknete Papierröllchen, Schilffasern, Rohrsplitter od. dgl. kann man benutzen.

Das Anzünden der Raketchen oder der Pulverspur darf nicht unmittelbar erfolgen, da das Abbrennen bis zur Sprengladung fast augenblicklich vor sich geht. An dem Halm wird deshalb ein kurzer Schwefelfaden (Schwefelmännchen) oder ein Stück Zündschwamm befestigt und entzündet. Das Abbrennen des Schwefelfadens und das Glimmen des Zündschwammes gewährt dem Arbeiter die zur Flucht nötige Zeit.

Das Verfahren ist außerordentlich billig, da es nur etwa ½ ₰ für den Schuß kostet. Es ist aber nicht besonders zuverlässig und überdies nur bei dem Schwarzpulver und ähnlichen Sprengstoffen, die schon durch den Pulverfunken allein zur ordnungsmäßigen Explosion kommen und der Vermittlung einer Sprengkapsel nicht bedürfen, anwendbar.

a) Zündschnurzündung.

148. — Die Schnur selbst. Die Zündschnur, 1831 von dem Engländer Bickford erfunden, besteht aus einer Pulverseele, die durch Umspinnung mit Jutegarn oder Baumwolle geschützt ist. Zwecks Wasserdichtigkeit und auch zur Verhütung des seitlichen Durchbrennens wird die Schnur geteert, mit einem Kaolinbreiüberzug versehen oder mit Guttapercha, Bandwickelungen u. dgl. umkleidet. Die billigen, einfach umsponnenen und geteerten Schnüre versagen bei Feuchtigkeit und können auch beim Besetzen des Schusses leicht verletzt werden. Besser und auch an mäßig feuchten Arbeitspunkten verwendbar sind die mit doppelter Umspinnung oder mit einer Bandwickelung versehenen Schnüre. Für nasse Arbeiten bewähren sich die Überzüge aus einer dünnen, reinen Guttapercha vorzüglich. An schlagwettergefährlichen Punkten benutzt man Schnüre mit einer inneren Jute- und äußeren Baumwolleumspinnung. Letztere wird von der Verbrennung nicht mit ergriffen, so daß ein seitliches Durchbrennen verhütet wird. Tatsächlich schlagwettersicher sind freilich diese Schnüre nur in dem Falle, daß keinerlei Verletzungen daran vorhanden sind und auch das erste Funkensprühen beim Anzünden der Schnur durch besondere Vorkehrungen verhindert wird.

149. — Brenngeschwindigkeit. Die Brenngeschwindigkeit einer guten Zündschnur beträgt etwa 60 cm in der Minute. Schwankungen in gewissen Grenzen sind unvermeidlich, da die Dicke und die Festigkeit des Pulverfadens nicht mathematisch genau sein können. Es kommen aber,

Digitized by Google

obwohl außerordentlich selten, auch bedeutende Unregelmäßigkeiten in der Brenngeschwindigkeit vor.

Stärkere Verlangsamungen der Brenngeschwindigkeit sind dadurch zu erklären, daß die Pulverseele auf eine kürzere oder längere Strecke unterbrochen ist. Die Schnur kann alsdann in sich langsam weiterglimmen, bis der Funke wieder die Pulverschnur erreicht und mit der ordnungsmäßigen Geschwindigkeit weiterläuft. Es sind Fälle bekannt geworden, wo Schüsse eine Stunde oder gar noch länger nach dem Anzünden der Schnur gekommen sind.

Steigerungen der normalen Brenngeschwindigkeit können als Folge einer zu dünnen Pulverseele in einer lockeren Wickelung auftreten. Die Entzündung läuft über eine dünne, aber ununterbrochene Pulverseele mit großer Geschwindigkeit hinweg. Anderseits ist eine Vergrößerung der Brenngeschwindigkeit durch Steigerung des Gasdruckes, unter dem die Verbrennung vor sich geht, möglich. Ganz allgemein steigt die Brenngeschwindigkeit des Pulvers mit dem jeweiligen Gasdrucke. Die gewöhnliche Brenngeschwindigkeit ist für den atmosphärischen Druck berechnet, der in der Regel, solange die Verbrennungsgase nach rückwärts oder seitlich freien Abfluß haben, nicht merklich überschritten werden wird. Bei übermäßig fest gewickelten Schnüren mit unverbrennlicher, gasdichter Umspinnung kann aber der Rückfluß der Gase (z. B. infolge Druckes des Besatzes oder infolge Ankneifens eines Anzünders, s. Ziff. 153) behindert und die Brenngeschwindigkeit stark gesteigert werden. Hierdurch sind früher, als man die Gefahren der allzu fest gewickelten Schnüre noch nicht kannte, mehrfach Verunglückungen vorgekommen[1]).

Es erscheint ferner nicht als ausgeschlossen, daß ein sehr festgestampfter, langer Besatz Veranlassung zu einer gesteigerten Brenngeschwindigkeit der Zündschnur sein kann. Ebenso kann bei Sprengungen in tiefem Wasser schon der Druck der Wassersäule eine erhöhte Brenngeschwindigkeit zur Folge haben.

150. — Übertragung der Zündung auf die Ladung. Schwarzpulver, Sprengsalpeter und ähnliche Sprengstoffe werden unmittelbar durch die Stichflamme der brennenden Zündschnur zur Explosion gebracht. Wenn die Bergleute bisweilen auch Dynamitladungen in ähnlicher Weise zünden, so ist dies Verfahren ein Unfug und streng zu rügen. Denn durch die Funken der aussprühenden Zündschnur gerät Dynamit zunächst nur ins Brennen, und wenn auch die eigentliche Explosion infolge der unter dem Besatze stattfindenden Steigerung des Druckes und der Temperatur vielleicht folgt, so genügt doch schon ein teilweises Auskochen der Ladung zur Verminderung der Sprengwirkung und Verschlechterung der Nachschwaden (vgl. Ziff. 110).

Zur sicheren Zündung der brisanten Sprengstoffe bedient man sich vielmehr der Vermittelung der Sprengkapseln. Letztere werden der Zündschnur aufgesetzt, an diese mittels einer Zange angekniffen und in diesem Zustande in die Sprengpatrone versenkt. Das Ankneifen mit den Zähnen ist in höchstem Maße lebensgefährlich. Bei Verwendung elektrischer

[1]) Glückauf 1896, Nr. 21, S. 409 u. f.; Winkhaus: Gefahren der Sicherheitszündung.

Digitized by Google

Zünder werden die Sprengkapseln in sie eingesetzt oder aber schon in fester Verbindung mit den Zündern geliefert.

Die Sprengkapseln (Zündhütchen) sind zylindrische, an dem einen Ende geschlossene Metallhülsen, deren lichte Weite dem üblichen Durchmesser der Zündschnüre entspricht, mit einer Füllung von Knallquecksilber oder einer ähnlich sprengkräftigen Masse. Je nach der Art des zu zündenden Sprengmittels werden die Kapseln in 10 verschiedenen Größen mit entsprechender Füllung gebraucht und mit Nr. 1 bis 10 bezeichnet. Ihre Knallquecksilber-Füllungen ergeben sich aus folgender Aufstellung:

Kapsel Nr.:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Füllung in g:	0,3	0,4	0,54	0,65	0,8	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0

Abb. 212. Sprengkapseln Nr. 3 und 8.

Abb. 212 zeigt die am häufigsten gebrauchten Kapseln Nr. 3 und 8 in natürlicher Größe.

151. — Knallquecksilberkapseln. Das Knallquecksilber wird aus einer Lösung von Quecksilber in Salpetersäure durch Behandlung mit Alkohol hergestellt. Die chemische Zusammensetzung und die Zersetzungsgleichung wird wie folgt angenommen:

$$HgC_2N_2O_2 = Hg + 2\,CO + N_2.$$

Knallquecksilber explodiert, wenn es auf 186° erhitzt wird. Auch sonst kann durch Schlag oder Reibung die Explosion leicht eingeleitet werden, so daß die größte Vorsicht bei Handhabung des Knallquecksilbers und der damit gefüllten Sprengkapseln anzuraten ist. Knallquecksilber ist sehr schwer. Die erreichbare Ladedichte beträgt etwa 4,4. Infolgedessen und wegen der

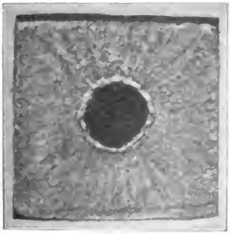


Abb. 213.

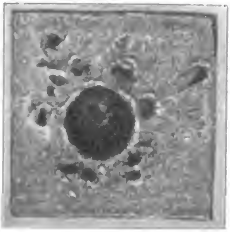


Abb. 214.

Mit Sprengkapseln beschossene Bleiplättchen.

großen Explosionsgeschwindigkeit sind die Explosionswirkungen außerordentlich heftig. Zur Füllung der Sprengkapseln wird das Knallquecksilber mit chlorsaurem Kali oder Salpeter gemischt. Das übliche Mischungsverhältnis ist 85% Knallquecksilber und 15% chlorsaures Kali.

Da Knallquecksilber mit Aluminium Amalgam bildet, darf es nur in Kupferhülsen verwendet werden.

Digitized by Google

Die Knallquecksilber-Sprengkapseln ziehen bei längerer Lagerung Feuchtigkeit an, worunter die Sprengkraft und die Fähigkeit, den Sprengstoff zur Explosion zu bringen, leiden. Zur Prüfung, ob die Kapseln noch frisch und voll gebrauchsfähig sind, bringt man sie, mit dem geschlossenen Ende auf einer Bleiplatte aufrechtstehend, zur Explosion. Abb. 213 veranschaulicht die Wirkung einer guten, einwandfreien und Abb. 214 diejenige einer Sprengkapsel, deren Füllung bereits durch Wasseraufnahme gelitten hat. Im ersteren Falle ist die Kupferhülse zu staubförmig kleinen Stückchen zerrissen und über das Blei hinweggefegt, so daß eine feine, radiale Strahlung entstanden ist. Bei der Abb. 214 fehlt dagegen die radiale Punktierung, und es finden sich statt dessen nur einzelne Explosionspuren, die von größeren Sprengstücken der Kupferhülse eingeschlagen sind. Solche Kapseln gewährleisten eine ordnungsmäßige Zündung der Sprengladung nicht, und das darin enthaltene Arbeitsvermögen wird nicht ausgewertet.

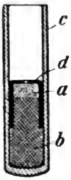


Abb. 215. Tetrylsprengkapsel.

152. — Kapseln mit Trotyl- und Tetrylfüllung, Aluminiumkapseln, Resorzinatkapseln. Häufig erhalten die Sprengkapseln eine Füllung, die nur in ihrem oberen Teile aus Knallquecksilber, darunter aber aus Trotyl (Trinitrotoluol = $C_7H_5(NO_2)_3$) oder noch häufiger aus Tetryl (Tetranitromethylanilin = $C_7H_5N(NO_2)_4$) besteht. Die Abb. 215 zeigt eine solche Kapsel im Querschnitt. Es ist *b* das Tetryl, *a* das durch die oben gelochte Abschlußhülse *d* zusammengehaltene Knallquecksilber. Durch die Abschlußhülse sind die Kapseln besser als gewöhnliche offene Knallquecksilberkapseln gegen das Eindringen von Feuchtigkeit, ebenso gegen Stoß und Schlag geschützt, so daß sie nicht allein lagerungsfähiger, sondern auch handhabungsicherer sind. Anscheinend explodieren manche Sprengmittel, insbesondere Ammonsalpetersprengstoffe, mit Tetrylkapseln besser als mit reinen Knallquecksilberkapseln.

Statt des Knallquecksilbers als zündender Auflage für den Tetrylsatz kann man sich auch eines Gemisches von Bleiazid (PbN_6) und Bleitrinitroresorzinat ($PbC_6HN_3O_8 \cdot Pb(OH)_2$) bedienen. Wegen ihrer Füllung heißen sie auch Resorzinatkapseln. Da bei solchen Kapseln die Verwendung des billigeren Aluminiums möglich ist, erscheint es nicht als ausgeschlossen, daß sie die früher fast ausschließlich gebrauchten Knallquecksilberkapseln völlig verdrängen werden. Für die Resorzinatkapseln spricht ferner, daß sie eine fast unbegrenzte Lagerfähigkeit in feuchter Luft besitzen.

153. — Anzünden der Zündschnur. Das Anzünden der Zündschnur erfolgt in schlagwetterfreien Gruben mittels der offenen Lampe, nachdem das Zündschnurende zweckmäßig etwas aufgeschnitten ist. In Schlagwettergruben pflegte früher das Anzünden mit Stahl, Stein und Schwamm bewirkt zu werden, da die entstehenden Funken ebensowenig wie der glimmende Schwamm die Schlagwetter zu zünden vermögen. Die ersten Funken der brennenden Schnur aber, die unbehindert in die Luft austreten, können Schlagwetter namentlich dann zünden, wenn die Pulverseele infolge des Aufschneidens bloßgelegt ist.

Diese Gefahr und die unbequeme Handhabung von Stahl, Stein und Schwamm haben zu Bestrebungen geführt, durch besondere Anzündvor-

Digitized by Google

richtungen das Inbrandsetzen der Zündschnur gefahrlos zu machen. Die zu diesem Zwecke vorgeschlagenen Vorrichtungen beruhen fast alle auf dem Gedanken, die Zündung der Schnur in einer auf diese geschobenen, geschlossenen Hülse zu bewerkstelligen, wobei die Hülse gleichzeitig dazu bestimmt ist, die zunächst aussprühenden Funken aufzufangen und deren Austritt in die umgebende Luft zu verhindern.

Die ersten derartigen Zündvorrichtungen benutzten einen pistolenähnlichen Lauf, in dessen Hohlraum die Zündschnur eingelegt wurde, um dann durch Auslösung eines Schlagbolzens, der gegen eine Zündpille schlug, entzündet zu werden. Kurz danach wird die Vorrichtung von der Schnur abgezogen. Hierher gehören die Hohendahlsche Zange, der Meinhardtsche Anzünder u. a.

Diese Zünder arbeiten billig, weil bei jedem Schusse immer nur ein einfaches Zündhütchen verbraucht wird. Wenn jedoch mehrere Schüsse gleichzeitig gezündet werden sollen, so stößt die Handhabung auf Schwierigkeiten, und es entsteht die Gefahr, daß der Mann die Zündpistole unter dem Zwange einer gewissen Unruhe zu früh von der Schnur entfernt, ehe noch das Aussprühen beendet ist. In solchem Falle sind Zünder vorzuziehen, die auch nach der Zündung auf der Schnur verbleiben und nicht wieder abgestreift zu werden brauchen. Durch Aufsetzen dieser Zünder auf die Zündschnüre kann man sämtliche Schüsse zum Anzünden fertig machen, und der Schießmeister hat nur, ehe er den Arbeitspunkt verläßt, schnell hintereinander die einzelnen Zünder zu betätigen. Schlagwettersicher sind freilich die Zünder nur dann, wenn die Zünderhülsen für die Schnur passen oder auf ihr durch Einwürgen festgekniffen werden, so daß die Flamme nicht durch Undichtigkeiten heraussprühen kann.

Der verbreitetste Zünder dieser Art ist derjenige von Norres. Er besteht aus der Papierhülse *a* (Abb. 216), deren eines Ende zusammengewürgt und durch die Papierwickelung *b* verstärkt ist, und dem durchlochten Zündhütchen *c* mit durchgeführtem Draht *d*. Letzterer ist an seinem im Zündhütchen steckenden Ende spiralig aufgedreht und tritt mit dem anderen Ende durch die Würgung der Papierhülse nach außen. Beim Gebrauche wird die Zündschnur möglichst tief in die Hülse eingeführt und darauf der Draht mit kurzem Ruck aus dem Zündhütchen der Hülse gerissen. Durch die Reibung des Drahtes in dem Zündhütchen wird dessen Entflammung und damit diejenige der Zündschnur eingeleitet.

Abb. 216. Norresscher Anzünder.

Bei ähnlichen Zündern wird die Zündung nicht durch Herausreißen des Drahtes, sondern dadurch vermittelt, daß ein zackiger Körper in dem Zündhütchen gedreht wird. Ein Zünder kostet 2—3 ₰.

b) Abziehzündungen.

154. — Allgemeines. Die Abziehzündungen beruhen auf dem Gedanken, unter Vermeidung der Zündschnur einen Sprengschuß aus der Entfernung durch einen mittels eines Strickes oder einer Leine ausgeübten Zug

Digitized by Google

zur Entzündung zu bringen. Die Anordnung besitzt eine gewisse Ähnlichkeit mit dem in Abb. 215 dargestellten Anzünder. Die statt mit einer Zündschnur mit einer Sprengkapsel versehene Hülse *a* wird im Innern der Sprengladung untergebracht, der Abziehdraht *d* reicht durch den Besatz nach außen und wird an den Abziehstrick angeschlossen. Der letztere wird bis zu einem sicheren Standort fortgeführt, von wo aus man das Abziehen besorgt.

Diesen Zündungsarten haftet der Übelstand an, daß durch unvorsichtigen Zug am Abziehdrahte beim Besetzen oder an dem Stricke nach Fertigstellung des Besatzes (z B. bei einem Fall des Arbeiters) der Schuß vorzeitig zur Explosion kommen kann. Ferner ist es mit besonderen Schwierigkeiten verknüpft, mehrere Schüsse gleichzeitig abzutun. Als Vorteil steht entgegen, daß die Zündung einfach, völlig schlagwettersicher und billig ist, sowie daß ein fester Besatz erzwungen wird, da nur ein solcher der Zündvorrichtung im Bohrloche den erforderlichen festen Halt gibt. Die Abziehzündungen haben früher besonders auf österreichischen Gruben in zwei Ausführungsformen, nämlich der Lauerschen Reib- und der Tirmannschen Schlagzündung, Verbreitung gefunden, sind aber jetzt durch die elektrische Zündung verdrängt worden.

c) Elektrische Zündung.

1. Allgemeines.

155. — **Teile der elektrischen Zündung.** Für die elektrische Zündung wird in einer Stromquelle Elektrizität erzeugt. Diese wird durch Leitungen zum Sprengorte bis in die Sprengladung geführt. Hierselbst muß in dem eigentlichen Zünder Gelegenheit zur Umwandlung der Elektrizität in Wärme und zur Übertragung dieser auf die Sprengladung geschaffen sein. Bei der elektrischen Zündung sind also als wesentliche Teile Stromquelle, Leitung und Zünder zu unterscheiden.

156. — **Strom- und Spannungsverhältnisse.** Bezeichnet man in einem elektrischen Stromkreise mit:

I die Stromstärke,
E die Spannung,
R den Widerstand des Stromkreises,

so ist nach dem Ohmschen Gesetze:

$$I = \frac{E}{R} \qquad \text{I.}$$

In einer Zündanlage wird in der Regel die Klemmenspannung E der Stromquelle und der Widerstand R, der sich aus dem inneren Widerstande der Stromquelle und den Widerständen der Leitungen und des Zünders bzw. der Zünder zusammensetzt, bekannt sein oder leicht gemessen werden können. Danach läßt sich also die durch den Stromkreis fließende Stromstärke I berechnen. Die Leistung N des Stromes ist nach dem Jouleschen Gesetze:

$$N = I \cdot E$$

oder in Berücksichtigung der Formel I:

$$N = I^2 \cdot R \qquad \text{II.}$$

Digitized by Google

Die vom Strom erzeugte Wärmewirkung Q ist der Leistung N proportional, daher auch:

$$Q = I^2 \cdot R \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad \text{III.}$$

157. — Anwendung der Gesetze auf die elektrische Zündanlage. In der elektrischen Zündanlage soll lediglich derjenige Teil des Stromkreises, der im eigentlichen Zündsatze liegt, erwärmt werden, während die Leitungen dazu dienen, den Strom tunlichst ohne Verluste an die Verbrauchstelle (d. h. zu dem Zünder) zu bringen. Nach der Formel III wird die Entzündung des Zündsatzes eintreten, sobald innerhalb desselben das Produkt aus dem Quadrate der Stromstärke und dem Widerstand der Zündstelle zu einer gewissen Größe ansteigt. Man sieht, daß der Zweck am wirksamsten durch Vergrößerung der Stromstärke, in zweiter Linie durch Vergrößerung des Widerstandes im Zünder selbst erreicht werden kann. Die Temperatur, die an der Zündstelle erzeugt werden muß, um die Zündung herbeizuführen, ist verhältnismäßig gering. Der zumeist gebrauchte Zündsatz entzündet sich nämlich bereits bei etwa 200° C, so daß also nicht einmal ein Erglühen des betreffenden Leitungsteiles einzutreten braucht. Die Erwärmung braucht sich auch nur auf wenige kleinste Teilchen des Zündsatzes zu erstrecken, da die einmal eingeleitete Entzündung sich selbsttätig fortpflanzt. Bei sachgemäßer Einrichtung der Zündanlage genügt somit eine überaus geringe, kaum meßbare Wärmeerzeugung oder Arbeitsleistung, um die elektrische Zündung in die Wege zu leiten. Es wird daraus verständlich, daß Elektrizität jeder Art von hoher oder niedriger Spannung mit Leichtigkeit für die elektrische Zündung nutzbar gemacht werden kann, da stets das Maß der erforderlichen elektrischen Energie außerordentlich gering ist. Ein grundsätzlicher Unterschied in der Brauchbarkeit der verschiedenen Stromquellen, Stromarten und Spannungen besteht also nicht.

Wohl aber kommt es auf zweckmäßige Abstimmung der Zünder gegen die Stromquelle an. Denn für die von der Stromquelle gelieferte Spannung und Stromstärke kann der Zünder einen zu hohen oder einen zu niedrigen Widerstand besitzen. Ist der Widerstand für die vorhandene Spannung zu hoch, so fließt nach Formel I zu wenig oder gar kein Strom, und die Wärmewirkung an der Zündstelle bleibt aus. Ist der Widerstand zu niedrig, so wird nach Formel III Q zu klein, weil die Größe R zu gering ist. Der Strom geht ohne die beabsichtigte Erhitzung der Zündstelle hindurch und zündet nicht. Der gewünschte Erfolg ist also nur dann möglich, wenn die Spannungsverhältnisse im Stromkreise mit dem Widerstande des Zünders zusammenpassen. Die Kenntnis von Strom, Spannung und Widerstand der Zündanlage ist notwendig, wenn man die Zündergebnisse und im besonderen die Frage beantworten will, ob Versager in der Art der Zündung oder in der ungenügenden Ausbildung der Schießmannschaft begründet sind.

158. — Einteilung der Zünder. Wie aus der folgenden Übersicht hervorgeht, besteht ein grundsätzlicher Unterschied zwischen den in ihr aufgeführten Arten der elektrischen Zünder nicht. Denn es findet ein ununterbrochener Übergang zwischen den verschiedenen Zünderarten hinsichtlich der Widerstandsverhältnisse, der Stromstärke und Spannung statt.

Digitized by Google

Dagegen hat die Einteilung praktischen Wert, weil die Verhältnisse einer elektrischen Anlage je nach der Art der Zünder außerordentlich verschieden liegen.

Bezeichnung der Zünder:	Der Widerstand des einzelnen Zünders beträgt etwa Ohm	Ein Zünder hat einen Strombedarf von etwa Ampere	Zur Zündung eines Zünders ist eine Spannung erforderlich von etwa Volt
Funkenzünder . . .	1 000 000 u. mehr	nicht meßbar klein	3000
Spaltglühzünder mit hohen Widerständen, auch Spaltfunkenzünder genannt . . .	3000—100 000	$^{1}/_{500}$—$^{1}/_{5000}$	30—100
Spaltglühzünder mit niedrigen Widerständen	20—1000	$^{1}/_{10}$—$^{1}/_{100}$	6—10
Brückenglühzünder (Platindrahtglühzünder)	0,6—1,6	0,5—0,8	0,5—2

Bei der Funkenzündung wird hiernach sehr hochgespannte Elektrizität benutzt. Die beiden Polenden im Zünder lassen einen Spalt zwischen sich, der von einem Zündsatze mit sehr geringer Leitungsfähigkeit ausgefüllt ist. Die Elektrizität durchbricht als Funke den schlecht leitenden Zündsatz und erhitzt ihn bis zur Entflammung.

Bei der Spaltglühzündung lassen die beiden Polenden ebenfalls einen Spalt zwischen sich, der aber mit einem Zündsatze von besserer Leitungsfähigkeit ausgefüllt ist. Die Zündung erfolgt durch die Wärmewirkung beim Fließen des elektrischen Stromes und tritt nicht mehr in dem Bilde einer Funkenerscheinung auf. Man arbeitet in der Regel mit Spannungen, die überhaupt keine einen Spalt überspringenden Funken zu erzeugen vermögen. Im übrigen schwanken die Widerstände der Zünder wie die Spannungen in sehr weiten Grenzen.

Bei der Brückenglühzündung ist innerhalb des Zünders die metallische Leitung nicht wie bei der Funken- und Spaltglühzündung durch einen Spalt unterbrochen, sondern die beiden Polenden sind durch eine Brücke in Gestalt eines feinen, durch den elektrischen Strom zum Erglühen gebrachten Platindrähtchens von etwa 1 Ohm Widerstand miteinander verbunden.

2. Stromquellen.

159. — **Einteilung.** Als Stromquellen benutzte man bei der ersten Einführung der elektrischen Zündung reibungselektrische Maschinen. Jetzt ist man allgemein zu magnetelektrischen und dynamoelektrischen Maschinen und Trockenelementen übergegangen. Außerdem werden Starkstromleitungen benutzt. Die sonst noch möglichen Stromquellen haben für die bergmännische Schießarbeit keine weitere Verbreitung gefunden.

Digitized by Google

α) *Reibungselektrische Maschinen.*

160. — Bornhardtsche Maschine. Die reibungselektrischen Maschinen waren ausschließlich für die Funkenzündung bestimmt. Als Vertreterin dieser nach Art der Elektrisiermaschinen gebauten Vorrichtungen mag die Bornhardtsche Maschine kurz erwähnt sein. Der Elektrizitätserzeuger bestand aus einer Hartgummischeibe, gegen die Pelzwerk aus Katzenfell als Reibkissen gedrückt wurde. Die bei Umdrehung der Scheibe erzeugte Elektrizität wurde in einer Leydener Flasche gesammelt. Zum Zwecke der Zündung wurde die Entladung durch den Stromkreis der Zündanlage geleitet.

Die Maschinen waren wie alle Elektrisiermaschinen gegen feuchte Luft sehr empfindlich und schon aus diesem Grunde für Bergwerksbetriebe wenig geeignet.

Für Schlagwettergruben waren wegen der hohen Spannung, die die Maschinen erzeugten, Kurzschlußfunken bei mangelnder Sorgfalt in der Verlegung der Leitungen zu fürchten.

β) *Magnetelektrische Maschinen.*

161. — Die Bauart der Maschinen. Die magnetelektrischen Maschinen liefern elektrische Ströme von niederer bis zu mittlerer Spannung, die von einigen wenigen Volt bis zu mehreren hundert Volt und darüber hinaus steigen kann. Die Maschinen sind demgemäß für Brücken- und Spaltglühzünder bestimmt.

Abb. 217. Magnetelektrische Zündmaschine ohne Gehäuse.

Gewöhnlich sind die Maschinchen so gebaut, daß zwischen den Polen eines oder mehrerer Magnete ein mit Drahtwickelungen versehener I-förmiger Anker schnell gedreht wird, wodurch in den Drahtwickelungen Wechselströme induziert werden. Die isolierte Drahtwickelung ist einerseits an die Achse bzw. die Verlagerungsplatte angeschlossen (Abb. 217), während das andere Ende durch eine Längsbohrung in der Achse geführt ist und durch eine anliegende, isolierte Feder mit der äußeren Leitung in Verbindung steht. Der in der Ankerwicklung erzeugte Wechselstrom fließt unmittelbar durch die Zündanlage und bringt die Zünder zur Explosion. Die Abb. 218 zeigt das äußere Aussehen einer solchen Maschine, die, mit Kurbelantrieb ausgerüstet, 2 kg schwer ist und in den Maßen 150:170:95 mm ausgeführt wird. Statt der Kurbel wird häufig auch eine Zahnstange als Antrieb gewählt.

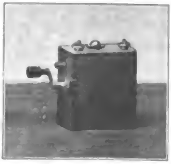


Abb. 218. Magnetelektrische Kurbelmaschine.

Die Maschinen sind für 1—3 Schuß bestimmt und sind für Brücken- oder Spaltglühzündung, je nach der Art der Wickelung, brauchbar.

Um mit diesen kleinen Maschinchen mit Sicherheit mehrere, in Reihenschaltung angeordnete Schüsse gleichzeitig zünden zu können, ist es

Digitized by Google

zweckmäßig, den Strom erst im Augenblicke seiner größten Stärke in die Zündanlage zu entsenden. Es geschieht dies durch Anbringung eines selbsttätigen Endkontaktes, der den äußeren Stromkreis schließt, wenn der Anker eine Anzahl Umdrehungen gemacht und eine gewisse Geschwindigkeit erreicht hat. Abb. 219 verdeutlicht schematisch eine so beschaffene Bauart, wie sie von der Fabrik elektrischer Zünder zu Köln bei ihren Maschinen „Simplex“ und „Duplex“ angewandt wird. Es ist S der Antriebsdrehschlüssel,

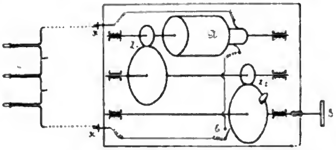


Abb. 219. Schema der Simplex-Maschine (mit Drehschlüsselantrieb und Endkontakt).

Abb. 220. Ansicht der Simplex-Maschine mit Drehschlüsselantrieb.

mit dem das Zahnradgetriebe Z_2 in Umdrehung versetzt wird. Die Drehung wird über das mit Freilauf auf der Ankerachse versehene Zahnradgetriebe Z_1 auf den Anker A mit noch mehr vergrößerter Geschwindigkeit übertragen. Auf dem Triebrade Z_2 sitzt ein Anschlag, der, wenn der Drehschlüssel seine Endstellung erreicht, den Kontakt E niederdrückt und den äußeren Stromkreis schließt. Ähnliche Einrichtungen finden sich auch bei den des weiteren zu besprechenden dynamoelektrischen Zündmaschinen. Abb. 220 zeigt die Simplex-Maschine in der Ansicht.

γ) Dynamoelektrische Maschinen.

162. — Erklärung. Die dynamoelektrischen Maschinen (Abb. 221) sind in vieler Beziehung den magnetelektrischen Zündvorrichtungen ähnlich, beruhen aber auf dem Gedanken der Siemensschen Dynamomaschine. Ein mit Drahtwickelungen versehener I-förmiger Anker T wird zwischen den Polen eines Elektromagneten M in Umdrehung versetzt. Die in den Ankerwickelungen induzierten Wechselströme werden auf einem Kollektor C gleich gerichtet. Der Strom durchfließt entweder im Haupt- oder im Nebenschluß die Wickelungen des Elektromagneten und verstärkt so den Magnetismus und damit wiederum die Stromstärke. Die Steigerung der Maschinenleistung geht bis zu einem gewissen Höchstmaß. Ist dieses erreicht, so wird der innere Stromkreis etwa durch Niederdrücken eines Unterbrechers, wie in der Abbildung angedeutet, geöffnet, und der ganze verfügbare Strom geht, bei Hauptschluß noch verstärkt durch den Extrastrom, durch den äußeren Stromkreis LL_1.

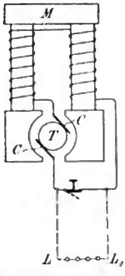


Abb. 221. Schema der dynamoelektrischen Zündmaschine.

163. — Bauart. Die Unterschiede der vielen verschiedenen dynamoelektrischen Zündmaschinen betreffen in der Hauptsache den Antrieb, der mittels Federkraft oder mit Hand durch Zahnstangen, Zahnrädervorgelege

Digitized by Google

oder dgl. erfolgen kann, und ferner die Art der Stromunterbrechung, die selbsttätig nach einer gewissen Zeit vor sich geht oder von der Schnelligkeit der Drehung oder von der Stellung des Ankers oder der Stromstärke der Maschine abhängt. Diese Unterschiede haben nicht eine untergeordnete, lediglich bauliche Bedeutung; vielmehr hängt von der Sicherstellung einer möglichst raschen und gleichmäßigen Betätigung und von der Einschaltung des äußeren Stromkreises im richtigen Augenblicke der Erfolg der Zündung um so mehr ab, je mehr Schüsse gleichzeitig gezündet werden sollen.

Mehrfach ist den Maschinen der Gedanke zugrunde gelegt, die Wirksamkeit der Maschine von der Kraft und Geschicklichkeit des Bedienungsmannes unabhängig

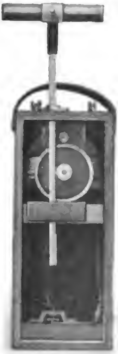


Abb. 222. Dynamoelektrische Zündmaschine mit Zahnstangenantrieb.

Abb. 223. Dynamoelektrische Zündmaschine mit Drallmutterantrieb.

zu machen. Dies wird dadurch erreicht, daß die zur Erzeugung des elektrischen Stromes nötige Energiemenge vor dem Schießen durch Federkraft aufgespeichert und im Augenblicke der Sprengung durch den Druck auf einen Knopf ausgelöst wird. Die Feder läßt das Getriebe abschnurren und schaltet im Augenblicke der höchsten magnetischen Erregung den Strom auf die Zündanlage. Ferner ist eine Vorrichtung angebracht, die verhindert, daß die Sperrfeder ausgelöst werden kann, ehe die Feder ganz aufgezogen ist. Solche Maschinen bauen Siemens & Halske zu Berlin, die Fabrik elektrischer Zünder in Köln und Schaffler & Co. zu Wien.

Viel gebraucht werden die Zahnstangenmaschinen, von denen eine in der Ausführung der Fabrik elektrischer Zünder zu Köln in Abb. 222 dargestellt ist. Die Betätigung geschieht in der Weise, daß man

Digitized by Google

die Zahnstange so weit als möglich herauszieht, um sie alsdann mittels des Griffes kräftig nach unten zu stoßen. Zwischen das Antriebzahnrad, das mit der Zahnstange in Eingriff steht, und das große Zahnrad, das die Drehbewegung auf den Anker überträgt, ist ein Sperrad mit Schubklinken geschaltet, das also nur eine Drehrichtung auf den Anker zu übertragen gestattet. Hierdurch ist erreicht, daß die Zahnstange ohne Bewegung des großen Rades und des Ankers nach oben gezogen werden kann und der Anker sich nur beim Niederstoßen der Zahnstange dreht. Es tritt also kein Wechsel der Polarität in der Maschine ein. Während des Niederstoßens der Zahnstange ist die Maschine kurz geschlossen, sobald aber die Zahnstange am Ende ihres Weges angelangt ist und die höchste Geschwindigkeit erreicht hat, stößt sie (vgl. auch Abb. 221) auf eine unten angebrachte Feder und reißt diese von einem Stifte ab, wodurch der Strom unterbrochen und auf den äußeren Zündkreis geleitet wird. Bei ihren neueren Zündmaschinen dieser Art hat die genannte Firma die Zahnstange in einer runden Führungstange versenkt angeordnet und hierdurch eine bessere Abdichtung der Maschine gegen Eindringen von Feuchtigkeit und Kohlenstaub erreicht; ferner ist das Gesperre mit Schubklinken durch einen Kugelfreilauf ersetzt.

Bei dem Schraubenantrieb wird die Drehbewegung durch Niederstoßen einer Drallmutter auf einer steilgängigen Schraube eingeleitet (Drillbohrerantrieb) und durch Zahnradgetriebe auf den I-förmigen Anker übertragen (Abb. 223). Die Fabrik elektrischer Zünder zu Köln und die Dynamit-A.-G. Nobel zu Wien liefern solche Maschinen.

Während bei den bisher besprochenen Maschinen die Unterbrechung und Umschaltung des Stromes mechanisch geschieht, wird bei anderen Maschinen in besonderer Leitung zunächst ein Elektromagnet erregt, dessen Anker bei einer gewissen Stromstärke angezogen wird und den äußeren Stromkreis der Zündleitung schließt.

δ) Galvanische Elemente.

164. — **Allgemeines.** Nasse Elemente und ebenso Akkumulatoren sind bisher für den Bergbau wenig benutzt worden, weil sie einer aufmerksamen Wartung und sorgsamen Behandlung bedürfen, die ihnen in der Grube nicht regelmäßig zuteil werden kann. Insbesondere kommt es bei der Handhabung und Fortbewegung der Vorrichtungen leicht vor, daß die Flüssigkeit austritt und oxydierend auf die Metallteile, namentlich die Klemmen, einwirkt. Dagegen bewähren sich die Trockenelemente gut, da sie keiner Wartung bedürfen und ohne besondere Vorsicht befördert werden können.

Die Elemente liefern Ströme von sehr niedriger Spannung, aber von einer für die Zündung von Sprengschüssen immerhin beträchtlichen Stärke. Infolge der geringen Spannung können diese Stromquellen nur für Zünder mit einem sehr niedrigen Widerstande in Frage kommen und werden deshalb ausschließlich für die Brücken- und die Spaltglühzündung benutzt. Auch hierfür reicht aber die von einem einzigen Elemente gelieferte Spannung von ein bis zwei Volt mit Rücksicht auf den Widerstand der Leitungen in der Regel nicht aus, so daß man gezwungen ist, mehrere Elemente hintereinander zu schalten. Die Klemmenspannung steigt alsdann im selben Verhältnis wie die Zahl der Elemente.

Digitized by Google

Da Spannung und insbesondere Stromstärke der Trockenelemente, selbst wenn sie unbenutzt stehen, allmählich nachlassen, ist es unbedingt erforderlich, von Zeit zu Zeit über Tage regelmäßige Prüfungen der Elemente vorzunehmen, damit das Unbrauchbarwerden rechtzeitig bemerkt wird, ehe noch in der Grube Versager eintreten.

Gegenüber den magnet- und dynamoelektrischen Maschinen haben Elemente als Stromquellen den Vorteil, daß bei ihnen die Gleichmäßigkeit der Betätigung durch die Bedienung wenig oder gar nicht ins Gewicht fällt.

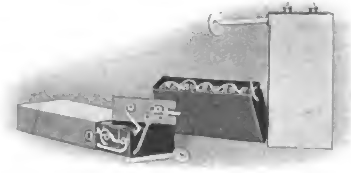


Abb. 224. Zündbatterie mit 5 Hellessen-Elementen.

165. — Ausführungs-Beispiele. Die Fabrik elektrischer Zünder in Köln und Siemens & Halske in Berlin bringen Zündbatterieen mit Hellessen-Trockenelementen auf den Markt. Die Elemente besitzen Zink- und Kohlenelektroden. Der Elektrolyt ist teigiger, fast breiiger Natur und ist wasserdicht nach außen abgeschlossen. Jedes Element liefert etwa 1,3 bis 1,4 Volt Spannung bei 0,55—0,60 Ohm innerem Widerstande. Die kleinere Ausführung, die je nach der Größe des Leitungswiderstandes bis zu drei Schüsse zu zünden vermag, ist in Abb. 224 dargestellt. Der Zinkblechkasten von 42:90:192 mm Größe enthält fünf Hellessen-Elemente, die eine Spannung von 6,25—7,25 Volt bei 2,75—3,0 Ohm innerem Widerstande ergeben. Die ganze Vorrichtung wiegt nur 1,1 kg und hat sich seit Jahren durchaus bewährt.

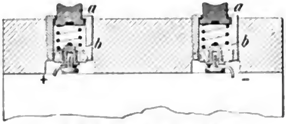


Abb. 225. Federnde Polträger.

166. — Kontakteinrichtungen. Alle diese Geräte tragen als Besonderheit im Hartgummideckel des Kastens eine Kontakteinrichtung, die zumeist mittels abnehmbaren Schlüssels betätigt werden kann und dadurch erhöhte Sicherheit gegen mißbräuchliche oder unabsichtliche Benutzung bietet.

Abb. 226. Klemmenlose Zündbatterie.

L. Lisse hat Zündbatterieen eingeführt, die an Stelle der Klemmen federnde Polträger in Form von zwei gut vernickelten, durch Spiralfedern getragenen Druckknöpfen *a* (Abb. 225) besitzen. Diese haben eine platinbewehrte Unterfläche, die gegen eine ebenfalls mit Platin versehene Stiftschraube *b* gedrückt werden kann, so daß eine gut leitende Verbindung erzielt wird. Zum Abtun des Schusses legt der Schießmeister je ein Ende der beiden Leitungsdrähte auf die Druckknöpfe und drückt letztere mit den aufgelegten Drähten gleichzeitig kräftig nieder, bis der Schuß erfolgt. Durch bloßes Nachlassen des Druckes wird der Stromkreis zugleich an vier

Stellen unterbrochen, und das Sitzenlassen von Drähten ist unmöglich, weil eine feste Verbindung überhaupt nicht hergestellt werden kann. Dabei ist die Handhabung einfach, schnell und sicher. Die in Abb. 226 dargestellte Zündvorrichtung wiegt 1 kg und leistet bis zu drei Schuß gleichzeitig.

ε) Benutzung einer Starkstromleitung als Stromquelle.

167. — Ausführung und Beurteilung des Verfahrens. Bisweilen, besonders beim Schachtabteufen, ist es möglich, durch Anschluß der Schußreihe an ein elektrisches Leitungsnetz für Beleuchtung oder Kraftübertragung die Beschaffung einer besonderen Zündmaschine zu ersparen. Freilich muß alsdann statt der Zündmaschine eine besondere Schaltvorrichtung beschafft werden, die zwischen das Starkstromkabel und die Schießleitung geschaltet wird. Die fertiggemachte Schießleitung wird an die Schaltvorrichtung angeschlossen, worauf durch Betätigung des Schalters der Strom in die Schießleitung entsandt wird. Damit nicht durch Zufall, wie Berührung zweier Leitungen oder mangelhafte Isolation, vorzeitig Strom in die Zündleitung gelangt, schreiben die Vorschriften des Verbandes Deutscher Elektrotechniker vor, daß der Schalter nach Abb. 227 doppelpolig sein. also beide Leitungszweige gleichzeitig außer oder unter Strom setzen muß. Ferner soll eine zweite, unter Verschluß befindliche Stromunterbrechungsstelle vorhanden sein, die (nach der Abbildung durch Federwirkung) so eingerichtet ist, daß ein Verharren im eingeschalteten Zustande ausgeschlossen ist. Um das Vorhandensein von Strom in der Schießleitung zu erkennen, kann eine Glühlampe oder ein Galvanoskop eingeschaltet werden.

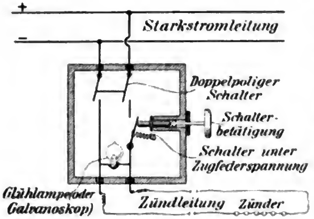


Abb. 227. Vorschriftsmäßiger Schießschalter für Benutzung einer Starkstromleitung als Stromquelle.

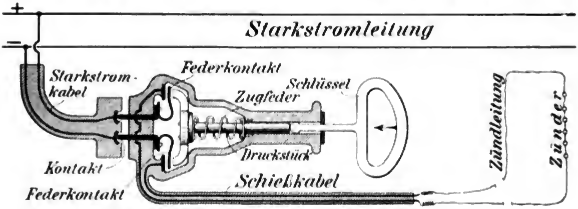


Abb. 228. Anordnung des Schießschalters der Siemens-Schuckertwerke.

Abb. 228 zeigt die Anordnung und Abb. 229 die tatsächliche Ausführung einer Schalteinrichtung, wie sie von den Siemens-Schuckertwerken geliefert wird. Das Starkstromkabel endet in einer Dose mit zwei Kontakten,

Digitized by Google

denen zwei Gegenkontakte des Schießschalters entsprechen. Eine dauernde Verbindung von Dose und Schalter ist nicht möglich; vielmehr kann die Stromverbindung nur dadurch hergestellt werden, daß der Arbeiter mit der einen Hand die Dose und mit der anderen den Schießschalter faßt und die Kontakte gegeneinander drückt. Gleichzeitig drückt er mit dem Daumen der den Schießschalter haltenden Hand den Schlüssel des Schalters nieder, wodurch die Federkontakte zum Anliegen kommen und der Strom in die Zündleitung fließen kann.

Das anfängliche Mißtrauen gegen diese Art des Schießens scheint unberechtigt zu sein[1]), da sie sich vielfach gut bewährt hat.

168. — Zentralzündung. Eine besondere Art der elektrischen Zündung, für die man größere Strommengen und höhere Spannungen gebraucht und deshalb Starkstromleitungen mit Vorteil verwenden kann, ist die sog. „Zentralzündung", d. h. die Zündung aller in einer Grube angesetzten Schüsse zu einer bestimmten Zeit von einem Punkte über Tage aus, nachdem die ganze Belegschaft die Grube verlassen hat, z. B. also während des Schichtwechsels.

Abb. 229. Ansicht des Schießschalters der Siemens-Schuckertwerke.

Diese Art der Zündung ist in Nordamerika mehrfach, freilich auf wenig ausgedehnten Gruben, eingeführt worden[2]). Auch auf der durch Gasausbrüche besonders gefährdeten Grube Maximilian bei Hamm hat sie zeitweilig Anwendung gefunden.

Die Zündung bedarf eines ausgedehnten, dauernd sorgfältig in Stand zu haltenden Leitungsnetzes in der Grube und einer der Anzahl der abzutuenden Schüsse und der Länge der Leitungen entsprechenden, starken Stromquelle. Je nach der Zahl der Schüsse und der Betriebspunkte und deren Lage zueinander wird man einfache oder gruppenweise Parallelschaltung (s. Ziff. 183, S. 256 u. f.) wählen. Reine Reihenschaltung kommt kaum in Betracht, da die Gesamtwiderstände aller Leitungen und Zünder zu hoch werden würden.

[1]) Glückauf 1912, Nr. 19, S. 748; Lisse: Die elektrische Zündung beim Schachtabteufen; — ebenda 1914, Nr. 29, S. 1149; Jentsch: Über Versager bei der Schießarbeit in Abteufschächten.

[2]) Glückauf 1909, Nr. 19, S. 653; Heise: Gemeinsame elektrische Zündung der Sprengschüsse einer ganzen Grube vom Tage aus.

Digitized by Google

Um an dem Querschnitt der Leitungen zu sparen, kann man unter Tage elektrische Umschalter aufstellen, wie sie zu diesem Zwecke von der Fabrik elektrischer Zünder zu Köln geliefert werden. Die einzeln angeschlossenen Abteilungen oder Betriebspunkte werden dann nacheinander abgetan. Dabei können noch die einzelnen Stromzweige vor dem Schießen auf ihre Leitungsfähigkeit geprüft werden. Allerdings wird durch solche Anordnungen die ganze Anlage noch umständlicher.

Die Zentralzündung hat auf den ersten Blick mancherlei Bestechendes für sich. Vor allen Dingen vermindert sie die Unglücksfälle bei der Sprengarbeit; sie sichert ferner das Leben der Arbeiter vor den Folgen einer durch die Sprengarbeit hervorgerufenen Schlagwetter- oder Kohlenstaubexplosion; auch die Gefahren der plötzlichen Gasausbrüche (s. d.) werden teilweise vermieden. Dem steht aber gegenüber, daß in ausgedehnten Gruben mit verschiedenartigen Lagerungs- und Betriebsbedingungen die Beaufsichtigung und Instandhaltung der Einrichtungen außerordentlich mühevoll erscheint. Bei größeren Gruben, die nicht mit einfacher, sondern mit Doppelschicht arbeiten, wäre die Durchführung der Zündung überhaupt unmöglich, weil zwischen den Schichten nicht genügende Zeit verfügbar ist, in der die ganze Grube von jeder Belegschaft entblößt werden kann. Ferner bleibt noch für alle Gruben, die mit sonstigen elektrischen Leitungen, sei es für Beleuchtungs- oder für motorische Zwecke, versehen sind, die Schwierigkeit, daß diese Leitungen stromlos gemacht werden müssen, sobald man in der Grube mit dem Besetzen und dem Fertigmachen der Schüsse beginnt, damit nicht durch zufällige Induktionströme aus den arbeitenden Stromkreisen Unglücksfälle hervorgerufen werden.

Diese Zündungsart wird also nur auf kleinen Gruben bei einfachen Verhältnissen möglich sein.

3. Elektrische Zünder.

169. — Allgemeine Beschreibung. Die elektrischen Zünder bestehen aus den beiden Zuleitungsdrähten, der Zündmasse oder dem Zündsatze und der Zünderhülse. Die Drähte münden mit ihren Enden oder Polen in dem Zündsatz, der entweder von einer losen, körnigen oder flockigen Masse (z. B. feiner Schießwolle) oder von einem festen, tropfenförmigen Zündkopf gebildet wird. Die Zünderhülse, in welche die Drahtenden und der Zündsatz eingeschlossen sind, wird meistens aus Pappe, seltener aus Metall hergestellt. Man gibt ihr eine konische Form, damit sich die Sprengkapsel, die bei brisanten Sprengstoffen zur Einleitung der Detonation benötigt wird, im Zünder festklemmt. Bisweilen werden auch die Enden der Zuleitungsdrähte und der Zündsatz in die Sprengkapsel selbst eingesetzt (vgl. Abb. 231 u. 233). Die Kapseln werden dann schon in fester Verbindung mit dem elektrischen Zünder geliefert. In die gewöhnlichen Zünder wird die Kapsel erst am Ort der Sprengung von dem Arbeiter eingesetzt. Die Herstellung, Beförderung und Lagerung der Zünder sind in diesem Falle völlig ungefährlich und von den lästigen, für Sprengkapseln bestehenden gesetzlichen Fesseln befreit. Beim Fertigmachen des Schusses wird das Zünderende mit Zündsatz und Kapsel in die Sprengpatrone versenkt und

Digitized by Google

das Patronenpapier zweckmäßig darüber festgebunden, um dem Zünder einen Halt während des Besetzens zu geben.

170. — Zünderdrähte. Die Zuleitungsdrähte müssen so lang sein, daß sie von der Sprengladung bis vor die Bohrlochmündung reichen und hier eine bequeme Verbindung untereinander und mit den Leitungsdrähten gestatten. Gewöhnlich wählt man sie 1,5—2 m lang. Die Drähte bestehen aus Eisen- oder Kupferdraht. Für Zünder mit niedrigem Widerstande (also für Brückenglühzünder) ist bei gleichzeitigem Abtun vieler Schüsse Kupferdraht empfehlenswert, damit der Widerstand der Drähte nicht zu groß im Verhältnis zu demjenigen der Zünder selbst wird. Für Funken- und Spaltglühzünder ist Eisendraht ohne Bedenken und in Anbetracht der geringeren Kosten vorzuziehen. Die Isolierung der Drähte voneinander erfolgt durch Papierwickelung, Gummiüberzug, Baumwollumspinnung oder Holzstäbe. Am häufigsten findet man zur Zeit Papierwickelung; Gummiüberzug und Baumwollumspinnung sind für minder wichtige Arbeiten zu teuer.

Die einfach durch Umspinnung isolierten Drähte sind sehr biegsam. Beim Besetzen des Schusses ist Achtsamkeit erforderlich, damit die Drähte nicht im Besatze zusammengestaucht werden.

Bei den Stabzündern (Abb. 230) sind die Drähte in seitliche Rillen eines Holzstabes gelegt, worauf der Stab mit paraffiniertem Papier umklebt ist. Die Zünder sind beim Besetzen bequem, aber teuer und für den Transport in der Grube zu sperrig.

171. — Zündsatz. Der Zündsatz besteht in der Regel aus chlorsaurem Kali und Schwefelantimon. Für Spaltglühzünder wird der Zündsatz in feste Form gebracht, wobei der Masse zur Herabminderung des elektrischen Widerstandes Holzkohle, Metallstaub, Halbschwefelkupfer oder ähnliche Körper zugesetzt werden. Für Brückenglühzünder wird als Zündsatz auch Schießwolle in loser Form viel benutzt.

Abb. 230. Stabzünder.

Abb. 231. Bornhardtscher Funkenzünder.

172. — Funken- und Spaltglühzünder. Der Spalt, den der Funke im Zünder überspringen muß und der vom Zündsatze ausgefüllt ist, besitzt je nach der Leitfähigkeit des letzteren eine Breite von 1,0—0,01 mm. Bei dem Bornhardtschen Funkenzünder (Abb. 231), bei dem zwei mit Guttapercha überzogene Kupferdrähte *dd* an dem einen Ende zusammengedreht sind, wird dieser Spalt durch Abkneifen mit einer Zange hergestellt.

Digitized by Google

Das so hergerichtete gemeinschaftliche Ende der Drähte taucht in einen Zündsatz *b* ein, der die mittlere Füllung der mit dem Knallsatz *a* versehenen kupfernen Sprengkapsel *k* bildet. Der obere Verschluß der Kapsel ist durch einen langsam erhärtenden Kitt und durch Ankneifen der Kapsel bei *c* hergestellt.

Eine sehr starke Verbreitung haben die Zünder der Fabrik elektrischer Zünder zu Köln gefunden, die in Abb. 232 in einzelnen Teilen und im Schnitt dargestellt sind. Auf eine Kartonpapierschicht *a* sind beiderseits Metallblättchen *bb* geklebt. Die ausgestanzten Blättchen werden nach Art der Streichhölzer durch Eintauchen mit einem Zündsatz *c* versehen, dessen Zusammensetzung und Leitungsfähigkeit je nach Art der herzustellenden Zünder verschieden ist. Zum Schutze gegen Feuchtigkeit erhält der Zündsatz noch einen Lacküberzug. Die Verbindung der Zuleitungsdrähte *ee* mit den Metallbelegungen *bb* erfolgt durch Lötung. Das Ganze wird unter Einbettung in eine Schwefelgußmasse *h* in eine paraffinierte Papp- oder Metallhülse *g* eingeführt, wobei die äußerste Spitze des Zündsatzes *c* eben aus dem umgebenden Guß hervorsteht und so gegen die besonders einzusetzende Sprengkapsel gerichtet ist. Diese Zünder besitzen den Vorteil, daß sie außergewöhnlich gleichmäßig hergestellt werden können und daß die Polstellung während und nach der Herstellung genau bestehen bleibt.

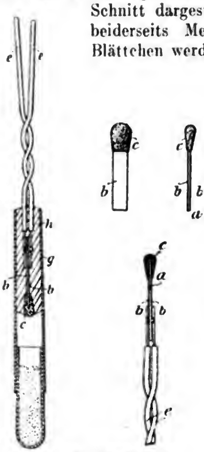


Abb. 232. Spaltglühzünder der Fabrik elektrischer Zünder im Schnitt und in einzelnen Teilen.

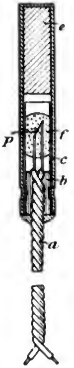


Abb. 233. Brückenglühzünder von Siemens & Halske.

173. — Brückenglühzünder. Bei den Brückenglühzündern ist, wie schon oben gesagt, keine Unterbrechung des äußeren, metallischen Stromkreises vorhanden, sondern die beiden Polenden sind durch ein sehr feines Drähtchen aus einer Nickellegierung (z. B. Konstantan) oder aus Platin miteinander verbunden. Die Stärke der in dem Zünder verwandten Drähte schwankt zwischen 0,03 und 0,05 mm, die Länge zwischen 2 und 11 mm. Zu kurz darf man die Drähtchen nicht wählen, da sonst die Abkühlung nach den Polenden zu stark ist; zu lang ebenfalls nicht, da dann die sichere Unterbringung im Zünder Schwierigkeit macht. Die Drähtchen werden gewöhnlich durch Anlöten an den Polenden befestigt. Der elektrische Widerstand wird auf etwa 0,6—1,6 Ohm bemessen. Wenn die Zünder, wie es in der Regel der Fall sein wird, für das gleichzeitige Abtun mehrerer Schüsse gebraucht werden sollen, so kommt es auf tunlichste Gleichmäßigkeit ihrer Widerstände an. Die Gleichmäßigkeit genügt, wenn die Unterschiede 0,05 Ohm nicht übersteigen.

Digitized by Google

Drahtstärken:	Widerstände von 100 m langen Drähten	
	Verzinkter Eisendraht	Kupferdraht
	Ohm	Ohm
0,7 mm Durchmesser	31,2	4,70
1,0 " "	15,2	2,30
1,2 " "	10,6	1,60
1,5 " "	6,8	1,00
2,0 " "	3,8	0,57
4 Drähte von je 1,5 mm Durchmesser	1,7	0,25

176. — Bedeutung des Leitungswiderstandes. Der Widerstand der Leitungen fällt um so mehr ins Gewicht, je niedriger die Widerstände der Zünder sind. Beträgt z. B. der Widerstand eines Zünders nur 1 Ohm (wie bei Brückenglühzündern), der Widerstand der Leitung dagegen 15,2 Ohm (entsprechend einem Eisendraht von 1 mm Durchmesser nach der Zahlentafel), so würde das ein Mißverhältnis sein. Denn die Stromquelle müßte allein mit Rücksicht auf den hohen Widerstand der Leitung groß und stark gewählt werden. Man wird also in solchem Falle lieber erheblich dickeren Eisendraht oder die teurere Kupferleitung wählen. Bei Brückenglühzündanlagen soll der Widerstand der Leitungen etwa 10 Ohm nicht übersteigen. Beträgt aber der Widerstand eines Funkenzünders 1000000 Ohm, so ist es völlig gleichgültig, ob als Leitungswiderstand noch 2 oder 15 Ohm hinzukommen. Alsdann ist Eisendraht gleichwertig und in Berücksichtigung des Kostenpunktes vorzuziehen. Überhaupt kommt man meist mit Eisendrahtleitungen aus, wenn man sie genügend stark wählt. Gut bewährt haben sich aus mehreren Eisendrähten bestehende Litzen, wozu z. B. abgelegte, aber noch gut erhaltene Bremsbergseile benutzt werden können.

177. — Isolation der Leitungen. Die Leitungen erhalten entweder eine Isolation oder sind einfache blanke Drähte, die wiederum ohne be-

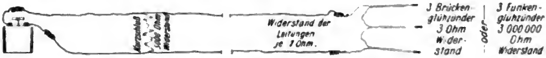


Abb. 239. Widerstandsverhältnisse einer Zündanlage.

sondere Vorsichtsmaßnahmen oder isoliert geführt sein können. Ob die Isolation notwendig ist, hängt zunächst von den Spannungsverhältnissen der Zündanlage, insbesondere von der Möglichkeit von Nebenschlüssen zwischen Hin- und Rückleitung und hierdurch bedingten Stromverlusten, sodann aber auch von dem Vorhandensein etwaiger Starkstromanlagen in den Grubenbauen ab.

Nehmen wir nach Abb. 239 hinsichtlich der Spannungsverhältnisse der Zündanlage z. B. an, daß in einer Zündanlage der Widerstand der Zünder entweder 3 Ohm bei Brückenglühzündern oder 3000000 Ohm bei Funkenzündern und derjenige der Leitung 2 Ohm beträgt und daß die ungenügend isolierte Leitung über einen feuchten Streckenstoß geführt wird, der einen

Digitized by Google

Kurz- oder Nebenschluß mit 5000 Ohm Widerstand bildet. An dieser Stelle würde sich in den beiden Fällen sodann ein Stromverlust ergeben, der sich zu der durch Zünder und Leitung gehenden Strommenge umgekehrt wie das Verhältnis der genannten Widerstände, also wie 5:5000 oder wie 5000000:5000, verhalten würde. Im ersten Falle wäre der Verlust nicht nennenswert und bliebe ohne Folgen. Im zweiten Falle würde der Stromverlust 99,9 % sein und der Schuß nicht kommen.

Bei niedrigen Widerständen von Zündern und Leitungen darf man also blanke Leitungen anwenden. Je höher die Widerstände werden und je mehr Zünder man hintereinander schaltet, eine desto größere Wichtigkeit erlangt die Isolation. Die Nebenschlußgefahr in den Strecken ist bei Anwendung von blanken Leitungen naturgemäß sehr verschieden. Besonders groß ist sie in nassen Strecken und bei Verlegung der Leitungen auf der Sohle. In der Regel ist es bei Verwendung blanker Drähte zweckmäßig, die Hinleitung an den einen Stoß und die Rückleitung an den anderen zu verlegen. Noch besser ist die isolierte Führung der blanken Drähte dadurch, daß man sie durch die mit Isolierstoff ausgekleideten Ösen nagelförmiger Bolzen zieht (Abb. 240).

Abb. 240. Isolierbolzen.

Bei den Zwillingskabeln sind Hin- und Rückleitung in einem Strange untergebracht. Sie bewähren sich für Sprengzwecke wenig, weil infolge der unvermeidlichen Verletzungen leicht Kurzschlüsse auftreten und das Auffinden der Fehlerstelle durch die sie verbergende Isolation erschwert ist. Besser eignen sich Zwillingskabel mit nur einem gut isolierten und umflochtenen Drahte und einem als Rückleitung darum gewickelten blanken Drahte (Abb. 241), da bei solchen Kabeln etwaige Fehler viel leichter gefunden werden können.

Abb. 241. Zwillingskabel mit einer blanken Leitung.

178. — Schutz gegen Streuströme. Beim Vorhandensein von Starkstromleitungen in den Grubenbauen und ganz besonders beim Betriebe von elektrischen Fahrdrahtlokomotiven kann die Schießarbeit durch die sog. Streuströme gefährdet werden[1]). Zwischen den einzelnen Teilen der Streckenausrüstung, z. B. zwischen Rohrleitungen, Wetterlutten und Schienen, können Spannungsunterschiede auftreten, die sich unter Umständen weithin in das Grubengebäude über den Bereich der elektrischen Starkstromanlage hinaus verbreiten. Diese Spannungsunterschiede können genügen, um einen mit einem elektrischen Zünder versehenen Schuß zur Zündung zu bringen. Beim Schachtabteufen sind (vgl. Ziff. 167) die Wirkungen etwaiger Lichtleitungen zu fürchten.

In solchen Fällen ist zunächst gute Isolation der Leitungen zu empfehlen. Eine solche schließt aber keineswegs jede Gefahr aus, da ja mindestens die Verbindungstellen zwischen Zünderdrähten und Leitungen ohne Isolationsschutz bleiben werden. Man wendet deshalb zur Erhöhung der Sicherheit

[1]) Glückauf 1912, Nr. 21, S. 821 u. f.; Kopplin: Gefährdung der Schießarbeit mit elektrischer Zündung durch den elektrischen Grubenlokomotivbetrieb; — ebenda 1916, Nr. 44, S. 925 u. f.; Alvensleben: Die elektrischen Streuströme im Grubenbetriebe usw.

Digitized by Google

die Sicherheits-Kurzschlußklemmen an, die die Zündleitungen bis zum Augenblicke der Abgabe des Schusses kurz schließen und so die Entstehung gefährlicher Spannungsunterschiede verhindern. Abb. 242 I zeigt eine solche Klemme[1]): Zwei Bleche *a*, von denen das eine zu einem Haken *b* umgebogen ist, sind durch eine Flügelschraube miteinander verbunden. Beim Schießen mit zwei blanken Drähten (s. Nebenzeichnung II) wird der untere Draht der Schießleitung straffgezogen und an den beiden Nägeln *c c* befestigt. Das Festschrauben der Klemme auf dem Drahte erfolgt so, daß er unter der Flügelschraube liegt. Der obere Draht wird nur an dem Nagel *d*

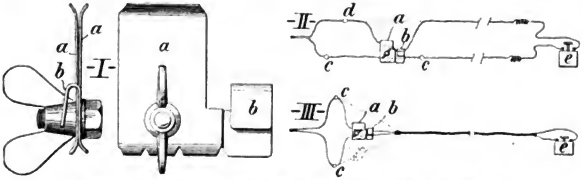


Abb. 242. Kurzschlußklemme von Heinr. Korfmann jr. in Witten.

befestigt, sodann zwischen die Bleche *a* oberhalb der Flügelschraube eingeklemmt und unter den Sicherheitshaken *b* gelegt, um eine zufällige Ausschaltung durch Steinfall oder Unachtsamkeit zu verhüten. Nach dem Besetzen der Schüsse und dem Anschließen der Zünderdrähte an die Leitung hebt man den oberen Draht aus dem Sicherheitshaken *b*. Vor dem Schießen zieht der Schießmeister von dem Standort der Zündmaschine *e* aus an dem oberen Draht, wodurch dieser aus der Klemme gleitet. Nunmehr ist der Kurzschluß aufgehoben, und die Zündung kann erfolgen.

Wenn man mit zwei isolierten Drähten in einem Kabel schießt, so legt man (Abb. 242 III) die Drähte am Ende des Kabels auf etwa 70 cm bloß und befestigt sie an je einem Nagel *c*. Den einen Draht klemmt man dann unter der Flügelschraube, den anderen darüber fest.

Abb. 243. Schlechte Leitungsverbindung.

Letzterer wird einstweilen unter den Sicherheitshaken *b* gebracht. Die Aufhebung des Kurzschlusses erfolgt, nachdem der zweite Draht aus dem Haken *b* gehoben ist, durch einfaches Ziehen an dem Kabel von dem Standorte der Zündmaschine *d* aus. Die schußfertige Anordnung ist gestrichelt gezeichnet.

179. — **Verbindung der Leitungen.** Die Verbindung einzelner Leitungsenden untereinander wie die Verbindung der Leitungen mit der Maschine und mit den Zünderdrähten muß um so sorgfältiger geschehen, je niedriger gespannt die zur Verwendung kommende Elektrizität ist. Namentlich dürfen dann die Drähte nicht, wie es Abb. 243 zeigt, einfach

[1]) Glückauf 1921, Nr. 38, S. 917; Matthiaß: Sicherheitskurzschlußklemme für Zündleitungen; — vgl. ferner ebenda 1920, Nr. 14, S. 280; — ebenda 1921, S. 329; — ebenda 1922, Nr. 32, S. 985.

Digitized by Google

ineinander gehakt, sondern sie müssen sorgfältig miteinander verdreht werden (Abb. 244 und 245). Außerdem macht der hohe Widerstand von Oxydationshäutchen vorheriges Blankkratzen der Drahtenden unbedingt erforderlich.

Bei Nebenschlußgefahr (z. B. durch Feuchtigkeit) ist die zusammengedrehte Verbindungstelle noch besonders sorgfältig zu isolieren. Hierzu bedient man sich zweckmäßig der in Abb. 246 dargestellten Übersteckhülsen. Es sind dies einseitig verschlossene, paraffinierte, mit einer halbweichen Isoliermasse *m* gefüllte Hülsen, die man einfach über die verdrehten Drahtenden *b* streift. Das zugängliche Ende der Hülsen ist, um ein Ausfließen der Isoliermasse zu verhüten, durch eine Paraffinschicht *s* verschlossen, die mit den spitzen Drahtenden leicht durchstoßen werden kann.

Abb. 244 und 245. Richtige Leitungsverbindungen.

Abb. 246. Isolations-Übersteckhülse.

5. Hilfsgeräte für die elektrische Zündung.

180. — Zünder- und Leitungsprüfer. Galvanoskop. Bei wichtigen Schüssen oder Schußreihen tut man gut, den oder die zu benutzenden Zünder vor dem Gebrauche auf ihre Leitfähigkeit zu untersuchen. Am leichtesten ist die Untersuchung bei Brückenglühzündern, da bei ihnen die metallische Leitung überhaupt nicht unterbrochen ist. Aber auch Spaltglühzünder mit niedrigen Widerständen lassen sich auf das Vorhandensein der Stromleitung vor der Ingebrauchnahme prüfen. Wie die Zünder, so kann man auch die Leitungen vor Abtun der Schüsse auf die richtige Leitfähigkeit untersuchen.

Abb. 247. Zünderprüfer (Galvanoskop).

Der einfachste Zünder- und Leitungsprüfer ist ein Galvanoskop (Abb. 247), dessen Element einen zwar für die Betätigung der Anzeigevorrichtung, nicht aber für die Zündung der Sprengkapsel ausreichenden Strom liefert. Sobald von Klemme zu Klemme durch einen angeschlossenen äußeren Stromkreis, der ein einzelner Zünder, eine Leitung oder ganze Zündanlage sein kann, Strom fließt, zeigt die Anzeigenadel einen Ausschlag. Bei Prüfung

von nicht verbundenen Leitungen darf die Nadel dagegen keinen Ausschlag zeigen, da andernfalls ein Kurz- oder Nebenschluß vorhanden wäre.

181. — **Ohmmeter, Meßbrücken.** Den Galvanoskopen vorzuziehen sind die Ohmmeter und Meßbrücken, die nicht allein das Fließen des Stromes, sondern auch den jeweiligen Widerstand des Stromkreises anzeigen. Abb. 248 zeigt ein Ohmmeter, dessen Handhabung aus einem Beispiel erhellen möge.

Bei einem Schachtabteufen möge nach Abb. 249 der Widerstand der Leitungen 10 Ohm und derjenige der angeschlossenen 15 Zünder 15 Ohm betragen. Der Prüfer muß nun insgesamt 25 Ohm Widerstand anzeigen. Zeigt er etwa 35 Ohm an, so ist die Verbindung der Zünder unter sich oder mit der Leitung schlecht; bei nur 20 Ohm Widerstand sind nicht alle Zünder eingeschaltet; bei 10 Ohm liegt wahrscheinlich Kurzschluß am Ende der Leitung und bei weniger als 10 Ohm ein solcher in der Leitung selbst vor. Entspricht der festgestellte Widerstand den zu erwartenden 25 Ohm, so ist alles in Ordnung und die Zündung wahrscheinlich.

Abb. 248.
Minenprüfer (Ohmmeter).

Neben diesem kleinen Ohmmeter liefert die Fabrik elektrischer Zünder zu Köln seit kurzem ein handliches Meßgerät für den gleichen Zweck, das nach Art der Wheatstoneschen Brücke gebaut ist und schnell genaue Messungen ermöglicht, hierbei aber nicht von der Spannung des Elementes und deren allmählichem Nachlassen abhängig ist.

Besonders für das Schachtabteufen ist es wünschenswert, die Widerstandsverhältnisse der fertigen Zündanlage genau nachprüfen zu können, da gerade hier infolge Versagens einzelner Schüsse leicht große Zeitverluste entstehen

Abb. 249. Widerstandsverhältnisse einer Zündanlage.

und unter Umständen auch Unglücksfälle die Folge sein können. Die Einführung einer regelmäßigen Prüfung der Zündanlage leitet auch sonst die Schießmannschaft zur Achtsamkeit an und erleichtert die Überwachung.

182. — **Stromquellenprüfer.** Zur Prüfung der Zündmaschinen auf ihre Wirksamkeit verwendet man die Stromquellenprüfer der Fabrik elektrischer Zünder zu Köln. Sie bestehen aus einem Schaltbrett, auf dem je nach Größe und Art der zu prüfenden Stromquelle verschieden große Widerstände auf Rollen entsprechend dem zulässigen höchsten Leitungswiderstande und außerdem künstliche Nebenschlüsse in der Größe, wie sie in nassen Gruben vorkommen, eingeschaltet werden

können. Jede Stromquelle, die noch imstande ist, durch einen angemessenen Widerstand trotz eines gewissen Nebenschlusses einen bestimmten Normalzünder zu zünden, kann als gebrauchsfähig für die Grube gelten. Abb. 250 zeigt die Handhabung des Prüfers.

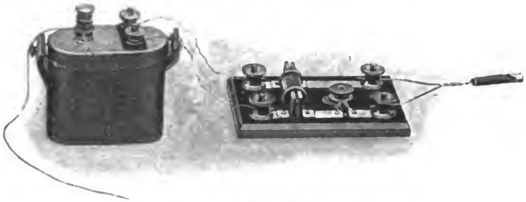


Abb. 250. Prüfung einer Stromquelle.

6. Die Schaltung der Sprengschüsse.

183. — Schaltungsweisen. Sollen mehrere Schüsse gleichzeitig gezündet werden, so können die Zünder auf verschiedene Weise an die Zündleitung angeschlossen oder in diese eingeschaltet werden. Nehmen wir an, daß sechs Schüsse gleichzeitig gezündet werden sollen, so zeigt Abb. 251 die Hintereinanderschaltung, Abb. 252 die Parallelschaltung und die Abbildungen 253 u. 254 die gruppenweise Parallelschaltung in zwei und drei Gruppen. Im Bergbau ist am bekanntesten die Hintereinanderschaltung, auch Reihen- oder Serienschaltung genannt. Es ist dies eine einfache, leicht verständliche Schaltung, die am wenigsten zu Irrtümern Anlaß gibt. Sie ist freilich, was die Ausnutzung des verfügbaren Stromes und die Zündsicherheit betrifft, nicht in allen Fällen die günstigste.

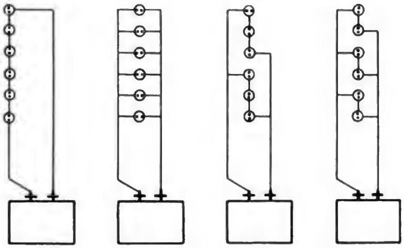


Abb. 251. Abb. 252. Abb. 253. Abb. 254.
Schaltungsweisen.

Bei der Wahl der Schaltung muß man insbesondere auf die Eigenart der Zündmaschinen und Zünder Rücksicht nehmen.

Funkenzündmaschinen liefern einen plötzlich einsetzenden Strom von hoher Spannung und sehr geringer Stromstärke. Infolgedessen kann man die Zünder für eine größere Zahl von Schüssen nur hintereinander schalten. Bei Parallelschaltung würde jeder einzelne Zünder zu wenig an Stromstärke erhalten. Anders liegen die Verhältnisse bei der Spaltglüh-

Digitized by Google

zündung. Die Zündmaschinen liefern einen stärkeren Strom, der entweder mit der wachsenden Schnelligkeit der Betätigung anwächst oder plötzlich in voller Stärke auf die Zündanlage, deren Einzelzünder ziemlich ungleich in ihren Widerständen sind, wirkt. Im ersten Falle ist Parallelschaltung anzuwenden, weil andernfalls die Zünder mit den höheren Widerständen als die empfindlicheren zuerst kommen würden; in letzterem Falle ist auch Reihenschaltung zulässig.

Für Brückenglühzünder, die in ihren Widerständen sehr gleichmäßig hergestellt werden können, kommen beide Schaltungsweisen in Betracht. Je nach der Art der Stromquelle, den Widerständen der Leitung und der Zünder und der Zahl der letzteren kann man entweder Reihen- oder Parallel- oder gruppenweise Parallelschaltung anwenden. Welches die günstigste Schaltungsart ist, ergibt die Rechnung. Nur wird man der Vorsicht halber zum Ausgleiche der niemals ganz zu vermeidenden Unterschiede in den Zünderwiderständen bei Reihenschaltungen einen höheren Strombedarf in die Rechnung einzusetzen haben, als es in Berücksichtigung des einzelnen Zünders nötig scheinen würde. Wenn z. B. der Einzelzünder 0,35 Ampere gebraucht, so tut man gut, bei Hintereinanderschaltung

für 3 Schuß . . . . 0,6 Ampere,
für 6 Schuß . . . . 0,8 Ampere,
für 12—15 Schuß. . . . . . . 1,0 Ampere,
und für noch mehr Schüsse . 1,2—1,5 Ampere

Stromstärke vorzusehen.

7. Schlußbemerkungen und Vergleich.

184. — Rückblick. Bei einem Rückblick auf die hauptsächlichsten Eigenschaften der drei Zündungsarten erhält man etwa folgendes Bild:

Art der Zündung	Stromquellen	Leitungen	Zünder		Bemerkungen
			Prüfbarkeit	Schaltung	
Funken-zündung	teure und empfindliche Reibzünd-maschinen	Gute Isolation ist erforderlich wegen Nebenschluß-gefahr. Kleine Querschnitte genügen.	nicht vorhanden	nur Reihen-schaltung zulässig	schlagwetter-gefährlich
Spalt-glüh-zündung	dauerhafte und billige magnet- oder dynamoelek-trische Ma-schinen oder Trocken-elemente	Bei hohen Spannungen ist Isolation notwendig, bei niedrigen nicht.	in be-schränk-tem Maße vor-handen	Je nach der Stromquelle ist Parallel-schaltung er-forderlich oder Reihen-schaltung zu-lässig.	nicht schlag-wetter-gefährlich
Brücken-glüh-zündung		Blanke Leitungen sind zulässig, größere Querschnitte erforderlich.	in jeder Be-ziehung vor-handen	Reihen- und Parallel-schaltung zulässig	

Digitized by Google

Bei einem Vergleiche insgesamt wird man zu dem Schlusse gelangen, daß die Verwendung von Zündern mit niedrigen Widerständen (Spaltglühzünder für niedrige Spannungen und Brückenglühzünder) für den Grubenbetrieb infolge der Dauerhaftigkeit und des geringen Gewichtes der Zündmaschinen, der Zulässigkeit blanker Leitungen und der Möglichkeit einer vorherigen Prüfung besondere Vorteile bietet. Tatsächlich bürgern sich diese Zünder auf Kosten der älteren Zünder für höhere Spannungen immer mehr ein.

185. — **Nach- und Vorteile in Abwägung gegeneinander.** Die elektrische Zündung ist wegen der Notwendigkeit der Beschaffung von Stromquellen, Leitungen und besonderen Zündern mit Umständlichkeiten verknüpft und für den Arbeiter nicht ohne weiteres verständlich. Die Kosten sind höher als die der gewöhnlichen Zündschnurzündung[1]); wenn aber, wie dies auf Schlagwettergruben die Regel ist, bessere Guttaperchazündschnüre mit Anzündern benutzt werden müssen, so wird sich die elektrische Zündung eher billiger stellen.

Was die Sicherheit der Mannschaft angeht, so war man zunächst geneigt, anzunehmen, daß die elektrische Zündung allen anderen Zündungen überlegen sein müsse. Da der Schuß zu einem genau bestimmbaren Zeitpunkte fällt, kann die Mannschaft in Ruhe und ohne Eile den entfernten sicheren Schutzort aufsuchen und von hier aus in einem selbstgewählten Augenblicke die Zündung bewirken. Versagt der Schuß, so bleibt man, insofern nicht die Sprengladung selbst die Schuld trägt, hierüber nicht wie bei der Halm- oder Zündschnurzündung längere Zeit im ungewissen. Tatsächlich haben sich freilich diese Vorzüge nicht in dem angenommenen Maße als unfallhindernd erwiesen[2]). Vielmehr hat nach einer im Oberbergamtsbezirke Dortmund für die Jahre 1908—1912 aufgestellten Statistik die Zahl der Unfälle, berechnet auf je 1 Million Schüsse, bei der Zündschnurzündung 1,957 betragen, gegenüber 3,048 bei der elektrischen Zündung. Die Zahl der tödlichen Verunglückungen betrug 0,587 bei der Zündschnurzündung und 1,387 bei der elektrischen Zündung. (Näheres s. in Ziffer 203.)

Ein zweifelloser Vorzug der elektrischen Zündung ist die Sicherheit gegen Schlagwettergefahr. Wenn diese Sicherheit auch nicht unbedingt und nicht unter allen Umständen vorhanden ist, so ist sie doch so groß, daß sie dem praktischen Bedürfnis völlig entspricht, zumal bei den neuerdings bevorzugten Zündmaschinen Funkengefahr nicht zu befürchten ist. Eine ähnliche Sicherheit wird bei Halm- und Zündschnurzündung nie erreicht werden können. Nur bei den Abziehzündungen ist Schlagwettersicherheit auch in vollem Maße vorhanden. Bei den sonstigen Nachteilen dieser letzteren Zündungsart bleibt sie jedoch schon aus anderen Gründen außerhalb des Wettbewerbs. Die Schlagwettersicherheit der elektrischen Zündung wird noch dadurch gesteigert, daß bei Abgabe mehrerer Schüsse diese gleich-

[1]) Bergbau 1910, Nr. 25, S. 313 u. f.; Bulgis: Kosten der elektrischen Zündung im Verhältnis zu denen der Zündschnurzündung.

[2]) Glückauf 1912, Nr. 15, S. 594; Dobbelstein: Die Unfallgefahr bei der Schießarbeit mit elektrischer Zündung und mit Zündschnurzündung; — ferner ebenda 1914, Nr. 27, S. 1079; Mertens: Die Unfälle beim Gebrauch von Sprengstoffen usw.

Digitized by Google

zeitig kommen. Es kann also nicht ein Schuß vor Losgehen des anderen Grubengas frei machen oder gefährlichen Kohlenstaub aufwirbeln. Eine Ausnahme macht hier nur die elektrische Zeitzündung.

Vor der Zündschnurzündung im besonderen ist die elektrische Zündung durch das Fehlen jedes Rauches und Qualmes ausgezeichnet. Sie ist deshalb für die Leute zuträglicher, und der Mann kann früher, als es sonst möglich wäre, nach dem Schießen an seinen Arbeitsort zurückkehren. Die Möglichkeit des gleichzeitigen Abtuns der Schüsse ist auch in wirtschaftlicher Beziehung ein Vorteil. Wenn man aus dem Vollen zu schießen gezwungen ist, um Einbruch zu schaffen, so stellt sich die Gesamtwirkung mehrerer, gleichzeitig explodierender Schüsse nahezu auf das Doppelte der Leistung, die man erhalten würde, wenn die Schüsse nacheinander zur Explosion kämen. Umgekehrt ist es aber auch bei der elektrischen Zündung möglich, die einzelnen Schüsse in kurzen Zwischenräumen aufeinander folgen zu lassen (Zeitzündung).

E. Das Sprengluftverfahren.

186. — Vorbemerkung. Der wesentliche Unterschied zwischen den gewöhnlichen Sprengstoffen und solchen mit flüssiger Luft besteht darin, daß der zur Explosionszersetzung der brennbaren Bestandteile erforderliche Sauerstoff den gewöhnlichen Sprengstoffen in chemisch gebundener, fester Form beigegeben ist, während die Sprengstoffe mit flüssiger Luft ihn unmittelbar in ungebundener und zwar flüssiger Form enthalten.

Richtiger würde man von Sprengstoffen mit flüssigem Sauerstoff sprechen; denn es kommt nur auf den Sauerstoff der Luft an. Deshalb stellt man auch für Sprengzwecke flüssige Luft mit sehr hohem Sauerstoffgehalt her. Die gebräuchlichen Verflüssigungsanlagen liefern solche mit 95% Sauerstoffgehalt.

Flüssige Luft ist kein zur dauernden oder auch nur zur längeren Aufbewahrung oder zur zeitraubenden Beförderung auf weite Entfernungen geeigneter Körper. Da die flüssige Luft eine Temperatur von etwa —191° C besitzt[1]), siedet sie, wenn nicht die Wärmezufuhr auf ein Mindestmaß beschränkt werden kann, ständig unter lebhafter Verdampfung. Die sie enthaltenden Gefäße dürfen nicht verschlossen werden, da sonst schon bei gewöhnlicher Temperatur der Druck nach kurzer Zeit so hoch (nämlich auf annähernd 800 Atm.) anstiege, daß die Gefäße zersprengt würden.

Die Verwendung der flüssigen Luft für Sprengzwecke setzt also voraus, daß sie an der Verwendungstelle selbst in einem dem regelmäßigen Verbrauche etwa entsprechenden Umfange regelmäßig und dauernd erzeugt wird.

Der Gedanke, flüssige Luft für Sprengarbeiten zu verwenden, stammt von v. Linde, dem bekanntlich die Verflüssigung der Luft mit verhältnismäßig einfachen Mitteln zuerst gelungen ist. Er hat bereits Ende des vorigen Jahrhunderts das noch jetzt übliche Verfahren der Tränkung fertiger, mit einem Kohlenstoffträger erfüllter Patronen durch Eintauchen in flüssige Luft angegeben. Die von ihm (im Simplontunnel) und später von der Karbonitfabrik in Schlebusch durchgeführten Versuche befriedigten allerdings nicht. Einige Jahre vor dem Kriege wurden die Versuche von dem

[1]) Flüssiger Stickstoff siedet bei —195,7° C und flüssiger Sauerstoff bei —182,4° C.

Digitized by Google

Bergingenieur Kowastch wieder aufgenommen. Er schlug vor, die Patronen erst nach Einführung in das Bohrloch mit flüssiger Luft zu tränken. Dies Verfahren erwies sich als zu umständlich, gab aber die Anregung, den alten Lindeschen Vorschlag wieder aufzugreifen. Als der Krieg ausbrach und einen starken Salpetermangel brachte, fanden diese Bestrebungen den günstigsten Boden. Tatsächlich gelang es bald, für schlagwetterfreie Gruben ein auch wirtschaftlich wettbewerbsfähiges Verfahren herauszubilden, das die Kriegsverhältnisse überdauert hat.

Dagegen führten die Versuche, das Schießen mit flüssiger Luft für den Grubenbetrieb schlagwettersicher zu gestalten, nicht zum Ziele. Zwar ist es gelungen, Sprengstoffmischungen herzustellen, die sich auf der Versuchstrecke bis 500 g Ladung als schlagwetter- und kohlenstaubsicher bewähren, solange die Patronen ordnungsmäßig explodieren. Haben sie aber soviel Sauerstoff durch Verdampfung verloren, daß eine volle Explosion nicht mehr eintritt, so verpuffen oder verbrennen sie mit starker Flamme und werden gegen Schlagwetter gefährlich. Wegen dieser in der Natur des Sprengmittels liegenden Eigenschaft dürften dauernd sichere Patronen nicht herstellbar sein.

187. — **Sprengtechnische Eigenschaften der Sprengluft.** Die größte erzielbare Dichte des Luftsprengstoffs ist im allgemeinen durch die Dichte der verwendeten flüssigen Luft gegeben. Bei einem spezifischen Gewichte des flüssigen Sauerstoffs von 1,15 wird der höchste Grenzwert für den fertigen Luftsprengstoff ein wenig über dieser Zahl liegen, da die vollgetränkten Patronen in der Flüssigkeit untertauchen. Beispielsweise beträgt die Dichte einer vollgetränkten Korkmehlpatrone 1,25. Durch Verdampfung nimmt die Dichte allmählich ab, ohne daß aber zunächst die Sprengkraft leidet. Sinkt die Dichte unter ein bestimmtes Maß (z. B. bei Rußpatronen 0,59), so reicht der verfügbare Sauerstoff zur völligen Verbrennung des Kohlenstoffträgers nicht mehr hin.

Über die Dichte, die bei der Explosion entstehende Gasmenge und die Arbeitsfähigkeit je Gewichts- und Raumeinheit im Vergleich mit Sprenggelatine und Gurdynamit gibt folgende Aufstellung[1]) Aufschluß:

		Luftsprengstoff		Sprenggelatine	Gurdynamit
Dichte beim Abschuß: g je ccm		1,05	1,15	1,6	1,6
Gasmenge	l je kg	505	510	710	628
	l je cdm	537	598	1136	1005
Verhältniszahl. d. rechnungsmäßigen Arbeitsfähigkeit	je kg	85,1	85,1	102,5	81,6
	je l	90,4	100,7	164,0	130,5

Tatsächlich schätzt man im Betriebe die Sprengwirkungen als dynamitähnlich ein.

188. — **Erzeugung der flüssigen Luft.** Zur Erzeugung der flüssigen Luft gehört ein Kompressor und eine Luftverflüssigungs- und Trennvorrich-

[1]) Pabst: Flüssiger Sauerstoff und seine Verwendung als Sprengstoff im Bergbau, (München, Oldenbourg), 1917; — ferner Zeitschr.f.d.g.Schieß- u. Sprengst.-Wes. 1916, Nr. 14, S. 233; Martin: Über das Sprengluftverfahren.

Digitized by Google

tung[1]). Die vorher von Wasserdampf und Kohlensäure befreite Luft wird in der Regel in drei bis vier Stufen auf 200 Atm. zusammengepreßt und in den Verflüssiger geführt. In ihm wird sie wieder entspannt, auf diese Weise sehr tief gekühlt und alsdann zur Kühlung der die Preßluft zuführenden Rohrbündel benutzt. Nach Erreichung der kritischen Temperatur von —140° beginnt die Preßluft aus dem Entspannungsventil im flüssigen Zustande auszutreten. In der Trennvorrichtung vollzieht sich darauf innerhalb der Temperaturgrenzen von etwa —191° (Siedepunkt der flüssigen Luft) und —182,4° (Siedepunkt des Sauerstoffs) die Ausdampfung des Stickstoffs, der weiter zur Kühlung der Rohrschlangen benutzt wird. Man erhält schließlich eine Flüssigkeit von etwa 95% Sauerstoffgehalt[2]).

189. — **Beförderungs- und Tränkgefäße.** Die erzeugte flüssige Luft wird in Gefäßen zum Arbeitspunkte gebracht und hier zur Tränkung der Sprengpatronen benutzt. Es hat sich als vorteilhaft herausgestellt, besondere Gefäße für die Beförderung einerseits und die Tränkung vor Ort anderseits zu verwenden, die nach Form, Fassungsraum und Herstellungstoff verschieden sind.

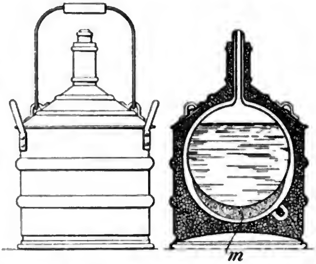


Abb. 255. Tragflasche für flüssige Luft.

Bei allen Gefäßen ist der Raum zwischen der Doppelwandung luftleer gemacht. Die beiden Innenwandungen sind bei den jetzt fast ausschließlich benutzten Metallgefäßen auf Hochglanz poliert, um die den Raum noch durchdringenden Wärmestrahlen zurückzuwerfen. Für die Beförderungs- oder Traggefäße hat sich die Flaschen- oder Kannenform mit doppelter Wandung und engem Hals mit Rücksicht auf die Verdampfungsverluste am besten bewährt.

Die Abb. 255 zeigt die Tragflaschen der Sprengluftgesellschaft m. b. H. zu Berlin W 10[3]). In einer mit Wärmeschutzstoff ausgefüllten Kanne ist die doppelwandige Flasche untergebracht. Der annähernd luftleere Zwischenraum zwischen den beiden Wandungen enthält eine besonders bereitete Kohlenmasse *m*, die der inneren Wandung anliegt. Nach Einfüllen der flüssigen Luft in die Flasche nimmt auch die Kohlenmasse die tiefe Temperatur von etwa —180° C an, wird dadurch für Gase außerordentlich aufsaugefähig und verschluckt die in dem Zwischenraume noch befindlichen Reste der Luft, so daß dieser völlig luftleer wird.

[1]) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wesen 1919, S. 283; Landschütz: Herstellung von flüssiger Luft usw.

[2]) S. das auf S. 260 unter [1]) benannte Werk von Pabst, S. 77; — ferner Glückauf 1915, Nr. 51, S. 1235 u. f.; Bernstein: Die Anlage zur Erzeugung flüssiger Luft auf der Gottessegengrube.

[3]) Zeitschr. d. Ver. Deutsch. Ingenieure 1919, Nr. 32, S. 741; Lisse: Das Sprengluftverfahren.

Digitized by Google

Die kleineren Flaschen mit 5, 10 oder 15 l Inhalt sind mit Tragbügel ausgerüstet (Abb. 255) und werden vom Arbeiter selbst getragen; die größeren 25- und 50-l-Gefäße werden auf Wagen befördert. Gefäße mit noch größerer Fassung werden unhandlich.

Das Tränken der Patronen erfolgt in den Tränkgefäßen. Diese haben zylindrische Form und sind mit abnehmbarem Deckel versehen (Abb. 256). Die übliche Tiefe ist bei 300 mm Patronenlänge 340 mm, der Durchmesser der Gefäße ist je nach der Zahl der gleichzeitig zu tauchenden Patronen 100 bis 250 mm, der Inhalt 2,5—15 l. Verwandt werden, da Glas- und Porzellangefäße zu wenig haltbar sind, in der Regel Metallgefäße.

Um die teuren, von den Fabriken bezogenen Gefäße zu vermeiden, hat man gelegentlich auf den Werken selbst doppelwandige Gefäße aus verzinktem Eisenblech hergestellt. Der 7—11 cm breite Zwischenraum zwischen beiden Mänteln wurde mit schlecht die Wärme leitenden Stoffen, z. B. Schlackenwolle, ausgefüllt. Als Verschluß diente ein Holzdeckel. Die Verdampfungsverluste stellen sich bei diesen billigen Gefäßen natürlich höher.

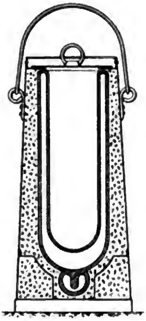


Abb. 256. Tauchgefäß.

Das Tränken erfolgt zur Vermeidung von größeren Verdampfungsverlusten zweckmäßig so, daß man eine das Gefäß füllende Anzahl Patronen in dieses stellt und dann erst nach und nach den Sauerstoff eingießt, bis schließlich der Flüssigkeitspiegel die Patronen überdeckt. Bei genügender Tränkung tauchen die Patronen in der Flüssigkeit unter.

190. — Patronen. Die zum Tränken fertigen Patronen bestehen aus Papierhülle und Füllung. Der Hülle gibt man zweckmäßig eine gewisse Steifigkeit, da sie so gegen Zerbrechen und Zerdrücktwerden beim Laden einen guten Widerstand bietet und ein Auspressen des Flüssigkeitsinhalts verhütet. Als Füllung für die Patronen hat man z. B. gemahlene Holzkohle, Torfmullkohle, Korkmehl, Ruß verschiedener Art, Naphthalin, Carben[1]) u. dgl. benutzt. Von der Art der Füllung hängt die Wirkungsweise der Patrone ab. Die Sprengluftgesellschaft liefert sog. P-Patronen mit Sprengpulverwirkung (Füllung: besonders verarbeitete Torfkohle mit abschwächend wirkenden Zusätzen), ferner A-Patronen mit der Wirkung der Ammonsalpetersprengstoffe (Füllung: Ruß und Torf) und D-Patronen mit Dynamitwirkung (Füllung: Ruß und Carben). Es kommt darauf an, daß die Füllung einen großen Überschuß an flüssigem Sauerstoff aufzunehmen vermag, damit die Patronen trotz andauernder lebhafter Verdampfung für eine zum Laden, Besetzen und Abtun der Schüsse genügende Zeitspanne ihre volle Sprengkraft behalten. Besonders geeignet scheinen in dieser Beziehung Korkmehl, Ruß und Carben zu sein. Korkmehl kann etwa das 7fache seines

[1]) Carben (D. R. P. 352838 u. 352839) entsteht, wenn man Azetylen bei etwa 230° über Kupferoxyd leitet. Es ist ein leichter, zunderähnlicher Körper, dessen chemische Zusammensetzung nahe an der Formel $(CH)_n$ liegt, während der Kupfergehalt wechselt und bis auf 0,2—0,3% sinken kann.

Digitized by Google

Gewichtes an flüssigem Sauerstoff aufnehmen, braucht aber zur völligen Verbrennung nur das Einfache. Ruß saugt das 4—6,8 fache seines Gewichtes auf und verbraucht zur völligen Verbrennung das 2,7 fache, er hält aber den flüssigen Sauerstoff fester als Korkmehl. Überdies ist er billiger und leichter erhältlich als dieses. Am größten, aber je nach der Herstellungsweise verschieden ist die Aufsaugefähigkeit des Carbens. Es kann bis zu dem 16fachen seines Gewichtes an flüssigem Sauerstoff aufnehmen, während es zur völligen Verbrennung das 3,1 fache verbraucht. Es zeichnet sich durch eine hohe chemische Verwandtschaft zum Sauerstoff aus, so daß es sehr brisante Sprengstoffmischungen ergibt. In geringer Menge zugesetzt, stellt es bei Patronen mit der Wirkung von Sprengpulver oder von Ammonsalpetersprengstoffen die Gleichmäßigkeit der Explosion sicher.

Die folgende Aufstellung gibt ein Bild darüber, wie sich bei den Patronen der Sprengluftgesellschaft m. b. H. die Verhältnisse hinsichtlich Durchmesser, Länge, Gewicht, Aufsaugefähigkeit und Lebensdauer stellen:

1. Patronenbezeichnung	P_1		A_1		A_2		D_2	
2. Patronendurchmesser in mm	30	35	30	35	30	35	30	35
3. Patronenlänge in mm	300	300	300	300	300	30	300	300
4. Füllung der Patronen in g	60	85	56	62	48	57	48	49
5. Gesamtgewicht der Patronen in g	64	90	60	67	52	62	52	54
6. Aufnahmefähigkeit an flüssigem Sauerstoff in g	190	250	195	280	200	270	190	270
7. Zur vollständigen Verbrennung zu CO_2 erforderlicher Sauerstoff in g	40	68	85	97	121	152	136	171
8. Lebensdauer der Patrone von der Herausnahme aus dem Tränkgefäß bis zu dem Zeitpunkte, wo keine vollkommene Explosion mehr erzielt werden kann, in Minuten	20	22	18	21	16	19	12	16

Wie sich aus den Zahlen unter 8. ergibt, bleiben die Patronen genügend lange explosionsfähig, um eine größere Zahl von Schüssen gleichzeitig fertigmachen und mit Zündschnurzündung abtun zu können. Kleinere Patronendurchmesser als 30 mm sind wegen allzu schneller Verdampfung des flüssigen Sauerstoffes nicht empfehlenswert.

191. — Besatz. Zur Erhöhung der Wirkung ist die Einbringung eines Besatzes erwünscht und notwendig. Nur bei Zündung vom Bohrlochtiefsten aus (s. Ziff. 195) kann man in manchen Fällen auf Besatz verzichten, weil der Sprengstoff selbst gleichsam eine Verdämmung für die aus dem Bohrlochtiefsten kommende Explosion bildet.

Nicht verwendbar ist ein fester Besatz aus feuchtem, schmiegsamem Letten, weil ein solcher infolge der schnell ansteigenden Gasspannung im Bohrloche vorzeitig herausgeschleudert wird. Zur Verhütung dieses Übelstandes muß ein Entlüftungsröhrchen eingestampft werden. Einfacher ist es, statt dessen durchlässigen Besatz (z. B. Sand, bröckeliges Salzklein u. dgl.) lose oder in Papierpatronen zu wählen. Auch in das Bohrloch getriebene, durchbohrte Holzdübel haben sich gut bewährt.

192. — Zündung. Allgemeines. Die Zündung der Luftsprengstoffe bereitete viele Schwierigkeiten. Einzelne Mischungen, insbesondere die Patronen mit Sprengpulverwirkung, explodieren zwar schon unter geringer

Digitized by Google

Flammenwirkung, wie sie die Zündschnur oder der Zündkopf eines elektrischen Zünders ohne Sprengkapsel erzeugt. Dagegen bedürfen die Patronen für brisante Wirkungen eines stärkeren Anstoßes zur Explosion. Man benutzt in diesen Fällen eine gewöhnliche Sprengkapsel oder eine besondere Zündpatrone, die aus Sprengsalpeter oder einem Ammonsalpetersprengstoff bestehen kann, oder auch eine Sprengluft-Sprengkapsel.

Die Füllung der gewöhnlichen Sprengkapseln kann in bekannter Weise aus Knallquecksilber oder Trotyl oder Tetryl, dem ein kleiner Knallquecksilber- oder Bleiazidsatz aufgepreßt ist, bestehen, da alle drei Füllungen auch bei den tiefen Temperaturen der flüssigen Luft genügend sicher losgehen.

Abb. 257. Sprengluft-Sprengkapsel.

Gut bewährt haben sich die Resorzinatkapseln (s. Ziff. 152). Durch sichere Verkittung muß der flüssigen Luft der Zutritt in das Innere der Kapsel verschlossen sein, da andernfalls Versager zu befürchten sind[1]).

Die Sprengsalpeter-Zündpatrone kann unmittelbar durch die Zündschnur oder den Zündsatz des elektrischen Zünders gezündet werden. Für Ammonsalpeter-Zündpatronen ist eine Sprengkapsel notwendig.

Einfacher sind die Luft-Sprengkapseln, die in die eigentliche Sprengpatrone eingebettet und zugleich mit dieser getränkt und damit zündkräftig werden. Die Hülle dieser Kapseln besteht aus Blech oder Pappe und erhält drei bis vier Löcher oder Schlitze, damit die flüssige Luft leicht eindringen kann. Als Füllung benutzt man z. B. eine Mischung von 50 % Korkmehl und 50 % Heizöl. Abb. 257 zeigt eine solche Kapsel mit elektrischer Zündung. Statt dieser kann auch eine Zündschnur benutzt werden. Abb. 258 zeigt die in der Sprengpatrone liegende Kapsel.

Abb. 258. Patrone mit einer Sprengluft-Sprengkapsel.

193. — **Zündschnüre.** Die für die Zündung benutzten Zündschnüre dürfen keine Guttapercha- oder ähnliche, leicht brennbare Umhüllungen haben. Der aus den Patronen entweichende, im Bohrloche an der Zündschnur entlangströmende Sauerstoff läßt bei gelegentlichem Durchbrennen der Schnur eine Entflammung der Außenhülle eintreten. Die Flamme kann dann dem Brennen der Pulverseele vorauseilen und eine Frühzündung im Gefolge haben. Guttapercha wird zudem in der Kälte leicht brüchig, und die außen vorauseilende Flamme kann vorzeitig an einer entfernten Bruchstelle wiederum die Pulverseele in Brand setzen. Zur Vermeidung solcher Frühzündungen wählt man besonders hergestellte (z. B. mit Wasserglas getränkte) Schnüre. Empfohlen wird auch die Verwendung von Pappschutzhülsen, die die Zündschnur umgeben und noch 25 cm aus dem Bohrloche herausstehen.

[1]) Ztschr. f. d. g. Schieß- u. Sprengst.-Wes. 1917, Nr. 11, S. 187; Stettbacher: Zündkraft in flüssiger Luft.

Digitized by Google

Soll die Schnur die Ladung unmittelbar zünden, so wird sie zur Erzielung eines kräftigen Feuerstrahles nach Abb. 259 umgeknickt, an der Knickstelle eingeschnitten und so in die Patrone gebracht. Bei Verwendung einer Sprengkapsel wird der in der Patrone liegende Teil der Schnur durch eine Hülle a (Abb. 260) geschützt, damit die Patrone nicht vor der Sprengkapsel gezündet wird. Statt dessen kann man auch die Kapsel nach Abb. 261 in einer Holzhülle h unterbringen und so dicht an die Patrone heranschieben.

194. — **Elektrische Zündung.** Bei der Anwendung der elektrischen Zündung stellten sich ebenfalls Schwierigkeiten heraus. Zunächst ist zu beachten, daß der Widerstand elektrischer Zünder durch die starke Abkühlung in flüssiger Luft beträchtlich verringert wird, so daß sie zur Zündung mehr Strom erfordern als bei der gewöhnlichen Schießarbeit. Ferner treten gelegentlich Versager auf, wenn der Zündsatz aus flockiger Schießbaumwolle oder aus einem körnigen Gemenge von Kaliumchlorat und Schwefelantimon besteht, anscheinend deshalb, weil der Zündsatz beim Tauchen der Patrone von der flüssigen Luft durchtränkt wird. Gut bewährt haben sich Zünder mit festem Zündkopf, da in diese die flüssige Luft nicht eindringt, z. B. der Vulkanzünder (Brückenglühzünder) und der Siriuszünder (Spaltglühzünder) der Fabrik elektrischer Zünder in Köln-Niehl.

Abb. 259. Zündung einer Sprengluft-Patrone mittels Zündschnur.

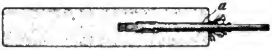


Abb. 260. Zündung einer Sprengluft-Patrone mittels geschützter Zündschnur und Sprengkapsel.

Bei den üblichen Zeitzündern stellte sich zunächst der Übelstand heraus, daß die von dem verdampfenden Sauerstoff umhüllte Zündschnur sofort auf die ganze Länge entflammt wurde und die richtigen Zeitunterschiede im

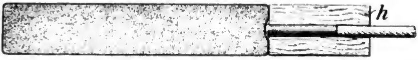


Abb. 261. Zündung einer Sprengluft-Patrone mittels Zündschnur und Sprengkapsel in einer Holzhülle.

Kommen der Schüsse nicht erzielbar waren. Der Nachteil wurde dadurch beseitigt, daß die für die Zeitzündung benutzten Zündschnurstücke in Papphülsen gesteckt und darin in Sand eingebettet wurden. Bei Gruppenzeitzündung, wie z. B. bei den je für sich gleichzeitig abzutuenden Einbruch- und Kranzschüssen, hat sich folgendes Verfahren als vorteilhaft erwiesen: Man bringt mittels gleichzeitiger Zündung die Einbruchschüsse durch Sprengkapseln und die Kranzschüsse durch Sprengsalpeterpatrönchen zur Explosion. Die Schüsse kommen im ersteren Falle schneller, und zwar ist der Zeitunterschied so beträchtlich, daß man ihn sogar mit dem Gehör wahrzunehmen imstande ist.

195. — **Zündung aus dem Bohrlochtiefsten.** Besondere Schwierigkeiten verursacht bei der elektrischen Zündung größerer Schußreihen die

Digitized by Google

ordnungsmäßige Schaltung der Zünderdrähte, da hierbei leicht zu viel Zeit verlorengeht. Bergassessor Dr. Hecker auf dem Kaliwerk Wintershall hat den Ausweg gefunden[1]), daß man nach Abb. 262 die elektrische Sprengkapsel a mit einer Verlagerung b (z. B. einem Holzklötzchen oder einem Sprengsalpeterpatrönchen) vor dem Laden der Bohrlöcher in das Bohrlochtiefste bringt, die Zünderdrähte z_1 z_2 sämtlicher Schüsse in Ruhe und ungestört ordnungsmäßig miteinander verbindet und die Zündleitung prüft. Erst danach werden die Schüsse geladen und besetzt, so daß die durch das vorherige Fertigstellen der Zündanlage gewonnene Zeit der Lebensdauer der Patronen zugute kommt. Nachteilig ist, daß eine größere Zünderdrahtlänge als bei dem sonst üblichen Verfahren verbraucht wird. Im übrigen hat sich das Verfahren bewährt.

196. — **Die Kosten des Sprengluftverfahrens.** Von denjenigen Gruben, auf denen bei hohem Sprengstoffbedarf das Schießverfahren mit flüssiger Luft allgemein eingeführt ist, werden die Kosten als wesentlich geringer als diejenigen beim Schießen mit festen Sprengstoffen angegeben. Unter solchen Umständen wird die Ersparnis 30—40% betragen können.

Abb. 262. Zündung aus dem Bohrlochtiefsten nach Dr. Hecker.

Auf oberschlesischen Gruben schätzte man 1917 (also im Kriege) die Sprengstoffkosten je Tonne Förderung bei gewöhnlichen Sprengstoffen auf 14 ₰, bei Verwendung der flüssigen Luft auf 10 ₰. Auf den Kalisalzgruben war der Unterschied noch größer. Während z. B. 1917 auf dem Kaliwerke Sachsen-Weimar sich die Sprengstoffkosten je 100 kg Salz bei gewöhnlichen Sprengstoffen auf 15—17 ₰ beliefen, betrugen sie beim Schießen mit flüssiger Luft nur 6,5—8 ₰ [2]). Im Minettebergbau waren die entsprechenden Zahlen ähnlich.

Ganz anders stellt sich das Bild auf Gruben, die entweder an sich einen geringen Sprengstoffbedarf[3]) haben oder wegen der Schlagwettergefahr nur die eigentlichen Gesteinsprengstoffe durch Luft-Sprengung ersetzen können, während sie im übrigen feste Sicherheitsprengstoffe weiter verwenden müssen. In solchen Fällen ist das Verfahren unwirtschaftlich, weil die Anlagekosten und Löhne im Verhältnis zu der geringen Erzeugung zu schwer ins Gewicht fallen.

197. — **Aussichten des Verfahrens.** Das Schießen mit flüssiger Luft eignet sich vornehmlich für diejenigen Bergbaubezirke, in denen große und weite Grubenräume vorhanden sind, wo also der Umgang mit den Be-

[1]) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes. 1915, S. 2; Versuche und Verbesserungen; — ferner Kali 1916, Nr. 8, S. 113; Heberle: Erfahrungen mit dem Sprengstoff „Flüssiger Sauerstoff" im Kalibergbau.

[2]) Kali 1919, Nr. 6, S. 89 u. f.; Gropp und Hundt: Das Schießen mit flüssiger Luft im Kalibergbau.

[3]) Berg- u. Hüttenm. Rundsch. 1920, Nr. 11, S. 80; Klingspor: Die Erfahrungen mit flüssiger Luft als Sprengstoff auf den Siegener Gruben.

Digitized by Google

förderungs- und Tauchgefäßen für flüssige Luft keine Schwierigkeiten bietet, wo ferner durch schwere Schüsse die hohe Sprengkraft ausgenutzt werden kann und wo schließlich keine Schlagwetter auftreten. Diese Umstände sind gegeben im oberschlesischen Steinkohlenbezirk, im Kalisalzbergbau und im Minettebezirk. Tatsächlich hat auch das Schießverfahren in diesen Bezirken einen sehr bedeutenden Umfang angenommen. Während man sich zuerst mit der Aufstellung von 20 l-Anlagen begnügte, ist man dort zu Anlagen übergegangen, die bis zu 50, vereinzelt bis zu 60 l flüssige Luft stündlich herstellen. Die Ilseder Hütte bei Peine hat für ihre Erzbergwerke sogar eine 75 l-Anlage beschafft.

F. Unglücksfälle bei der Sprengarbeit[1]).

198. — **Verhalten der Mannschaft.** Häufig sind die Unfälle, die auf ein zu langes Verweilen der Mannschaft am Schußorte nach Inbrandsetzen der Zündschnur zurückzuführen sind. Der Mann vertraut zu sehr auf die Brenndauer der Schnur und nimmt vielleicht noch andere Arbeiten vor. Oder aber er wird wegen zu großer Zahl der Schüsse oder wegen Schwierigkeiten bei dem Inbrandsetzen des Restes der Schüsse zu lange aufgehalten, so daß er von den ersten fallenden Schüssen ereilt wird.

Viele Unfälle bei der Schießarbeit entspringen ferner daraus, daß der Mann zu frühzeitig an den Sprengort zurückkehrt oder, wie der Bergmann sagt, „in den Schuß läuft". Veranlassung dazu gibt häufig, daß der Arbeiter glaubt, daß ein sonst in der Nähe abgegebener Schuß der von ihm selbst entzündete sei oder daß er sich bei mehreren Schüssen vielleicht in der Zahl der schnell aufeinanderfolgenden Knalle getäuscht hat. Auch kommt es vor, daß der Bergmann sofort nach dem Schusse in den stärksten Qualm zurückgeht, um sich von der Sprengwirkung zu überzeugen, und daß er alsdann in dem Dunkel des Rauches von dem nachträglich fallenden Gestein erschlagen wird. Hiergegen kann nur strenge Zucht und die Erziehung der Bergleute dahin wirken, nach dem Schusse mindestens fünf bis zehn Minuten bis zum Wiederbetreten des Ortes zu warten. Es ist deshalb zweckmäßig, vor dem Schichtwechsel oder der Frühstückspause schießen zu lassen.

199. — **Verhalten der Sprengladung.** Schwierig sind Schutzmaßregeln gegen Spätschüsse anzugeben, die durch ein teilweises Auskochen der Ladung oder durch die Unzulänglichkeit der Zündmittel verursacht sein können (vgl. S. 208 u. f. und S. 232). Eine angemessene Wartezeit nach dem Schusse wird in jedem Falle angebracht sein und die Sicherheit der Mannschaft erhöhen.

Bei Verwendung von Schwarzpulver und offenem Licht sind Verbrennungen durch zufällig entzündete Pulverpatronen nichts Seltenes.

Durch übermäßig starkes Einstampfen von Schwarzpulver und Dynamit oder durch gewaltsames Einstampfen des Besatzes entstehen nament-

[1]) Zu dem, was bereits oben, an verschiedenen Stellen verstreut, über die Unfallgefahr gesagt ist, mögen hier noch einige zusammenfassende Bemerkungen kommen, wobei sich allerdings Wiederholungen nicht streng vermeiden lassen.

Digitized by Google

lich dann vorzeitige Explosionen, wenn metallene Stampfer benutzt werden. Jedoch ist die weitverbreitete Ansicht irrig, daß bei Verwendung von hölzernen oder mit Kupferhut versehenen Ladestöcken jede Gefahr ausgeschlossen ist. Schon die heftige Reibung der Patrone auf der harten und rauhen Bohrlochwandung kann zur vorzeitigen Explosion führen. Eine andere Art von Unfällen ist auf einzelne, nicht explodierte Patronen zurückzuführen, mögen diese als Versager oder sonstwie unbeachtet im Loche verblieben oder in das Haufwerk gelangt sein. Sie können entweder angebohrt oder bei der Tätigkeit mit der Keilhaue oder der Schaufel getroffen werden, hierdurch zur Explosion gelangen und die Mannschaft verletzen.

Diese Gefahren werden durch Verwendung nitroglyzerinhaltiger Sprengstoffe in gefrorenem Zustande erhöht. Deshalb häufen sich bei diesen Sprengstoffen diejenigen Unfälle, die beim Besetzen oder durch Anbohren nicht explodierter Ladungen oder durch gewaltsame Berührung von Sprengstoffen im Haufwerk entstehen, ganz besonders in den Wintermonaten.

200. — Versager. Versager führen häufig dadurch zu Unglücksfällen, daß der Bergmann das Loch auszubohren versucht. Auch kann bei der Hereingewinnung des Gebirges mit Hand ein unvorsichtiger Schlag mit der Keilhaue in die Ladung treffen und eine unvermutete Explosion herbeiführen. Am sichersten werden Versager durch Ausspülen des Besatzes mit Wasser oder auch mit Preßluft unschädlich gemacht. Wo dieses nicht angängig ist, muß ein neues Loch gebohrt werden, das aber unter keinen Umständen in das alte stoßen darf.

201. — Nachschwaden. Eigentliche Erstickungen in den Sprengstoffnachschwaden werden selten eintreten. Nur wenn eine besonders große Schußzahl vor einem Orte mit schlechter Bewetterung abgegeben ist, kann der Sauerstoffmangel so groß werden, daß Erstickung zu befürchten ist. Leichter sind Vergiftungen möglich, nämlich dann, wenn die Nachschwaden mit Kohlenoxyd oder (bei auskochenden Schüssen) mit Stickoxydverbindungen geschwängert sind. Größere Mengen Kohlenoxyd sind in den Nachschwaden des Schwarzpulvers und des früher viel benutzten Kohlenkarbonits, wie die Tabelle auf S. 208 erkennen läßt, enthalten. Vergiftungen in derartigen Nachschwaden sind vor engen, ungenügend bewetterten Arbeitspunkten leicht möglich, wenn man bedenkt, daß bereits ein mit nur ½% Kohlenoxyd geschwängertes Luftgemisch bei längerer Einwirkung tödlich wirkt (s. 5. Abschn., Ziff. 26). Auch bei Verwendung von Dynamit in der Kohle sind Vergiftungen mehrfach beobachtet worden, wobei allerdings wohl das Kohlenoxyd nicht aus dem Sprengstoffe selbst, sondern aus der Verbrennung von Kohlenstaub herrührte. Es lagen sehr wahrscheinlich leichte Kohlenstaubexplosionen vor, die im übrigen als solche nicht erkannt wurden.

202. — Sprengkapseln. Wegen der großen Empfindlichkeit der Sprengkapseln gegen Stoß, Schlag und Reibung treten bei ihrer Handhabung gelegentlich Unfälle ein. Unter keinen Umständen soll man das Innere des Hütchens mit spitzen Gegenständen zu reinigen versuchen.

Bei elektrischen Sprengkapseln ist es gefährlich, nach einem etwaigen Versagen des Schusses den Zünder mittels der Zünderdrähte durch den Be-

Digitized by Google

satz zu ziehen, da die Druck- und Reibungsverhältnisse nicht vorauszusehen sind. Mehrfach haben auch einzelne Zünder, die versagt hatten, dadurch Anlaß zu Verunglückungen gegeben, daß sie ohne besondere Schutzmaßregeln zu weiteren Versuchen an der Zündmaschine benutzt wurden. Da der Widerstand der Leitung fehlt, liefert die Stromquelle in solchem Falle einen stärkeren Strom und kann sehr wohl den Zünder nachträglich zur Explosion bringen.

203. — Elektrische Zündung. Die Gefahren der sonstigen Zündungen sind bereits früher, namentlich auf S. 232 u. f., Ziff. 149 u. S. 236 u. f., Ziff. 154 besprochen. Bei der elektrischen Zündung haben sich mancherlei besondere Gefahren herausgestellt, die Verunglückungen in verhältnismäßig großer Zahl im Gefolge haben. In erster Linie sind es Spätzündungen, die viele Opfer fordern. Gerade die Art der elektrischen Zündung verleitet dazu, unmittelbar nach dem Versagen des Schusses vor Ort zu gehen und nach dem Fehler zu suchen. Um so auffälliger und gefährlicher wirken dann die Spätzündungen, die im übrigen, wie oben gesagt, auf die Sprengladung selbst oder auf Fehler der Kapsel (Verbleiben von Sägemehlresten zwischen Zünd- und Knallsatz) zurückzuführen sind.

Vorzeitige Betätigung der Zündvorrichtung, ehe sämtliche Leute den Arbeitspunkt verlassen hatten, hat des öfteren zu Verunglückungen geführt. Ferner sind mehrfach bei Verwendung von Zündbatterieen nach Versagern Unfälle dadurch vorgekommen, daß der Schießmann die Stromquelle, ohne die Leitung davon zu lösen, zugleich mit dem Betätigungsgriffe in der Kontaktstellung aus der Hand legte, um den vermuteten Kurzschluß zu suchen. In solchem Falle wird der Schuß im selben Augenblick kommen, wo der Kurzschluß gefunden ist und die beiden Leitungen voneinander entfernt werden. Derselbe Fall kann eintreten, wenn der Schießmann das Lösen nur einer Leitung von der Stromquelle für genügend erachtet hat und Erdschluß mit der anderen Leitung vorhanden ist oder wenn die Zündmaschine mittlerweile von Unberufenen in Tätigkeit gesetzt ist.

Zu frühe Schüsse sind — abgesehen von der Unaufmerksamkeit des Schießmannes — dadurch möglich, daß die Zündleitungen mit Starkstromleitungen oder mit Rohrleitungen oder Schienen, die mit Starkstromleitungen in Verbindung stehen (s. Ziff. 178, S. 252 u. f.), oder mit den Leitungen elektrischer Signalvorrichtungen usw. versehentlich in leitende Berührung kommen.

In Einzelfällen sind noch Verunglückungen bei der Prüfung der Zündanlage mit nicht ordnungsmäßigen Minenprüfern, durch zufälliges Berühren der Leitung mit den Kontakten der Stromquelle und durch Verwechselung der Leitungen vorgekommen (s. Anm. [2]) auf S. 258, Aufsatz von Mertens).

204. — Schießen mit flüssiger Luft. Das Verfahren hat sich insgesamt nicht als so ungefährlich erwiesen, wie man bei seiner Einführung annahm. In Ziff. 193 sind bereits die bei der Zündschnurzündung auftretenden Flammenvoreilungen erwähnt, die zu Frühzündungen führen. Ferner sind Frühzündungen mit Unglücksfällen im Gefolge im Kohlen- und im Schwefelkiesbergbau bekannt geworden, die noch während des Fertigmachens des Schusses eintraten. Anscheinend kann unter ungünstigen Um-

Digitized by Google

ständen der entweichende Sauerstoff das brennbare Bohrmehl entzünden und damit die Ladung zur vorzeitigen Explosion bringen.

Aber auch Spätzündungen sind nicht selten, die namentlich auftreten, wenn die Patronen mangelhaft getaucht sind und zu wenig Sauerstoff enthalten. Es ist vorgekommen, daß Schüsse 15—20 Minuten zu spät kamen, so daß das Ort bei scheinbaren Versagern nicht unmittelbar betreten werden darf. Das Fortglimmen einer nicht explodierten Ladung kann hinter dem Besatz wegen des Vorhandenseins von reinem Sauerstoff unter Umständen eine Stunde lang dauern, so daß es nicht unbedenklich ist, zur Beseitigung des Versagers sogleich ein neues Bohrloch in der Nähe anzusetzen und zu laden, da die Ladung des zweiten durch den Brand im ersten Bohrloch zur Explosion gebracht werden kann. Das ungefährlichste Mittel zur Beseitigung eines derartigen Versagers besteht wohl darin, daß man den Schuß eine halbe Stunde stehen läßt und dann ausbohrt.

Besondere Vorsicht ist beim Ausbrennen eines Schusses in der Kohle geboten, da dies in der Regel eine starke Kohlenoxydbildung zur Folge hat.

Am größten ist die Zahl der Unfälle beim Schießen mit flüssiger Luft im Steinkohlenbergbau. Durch Früh- und Spätzündungen, durch Kohlenstaubzündungen, durch Explosionen von Tauchgefäßen und durch giftige Schwaden haben sich im oberschlesischen Steinkohlenbergbau im Jahre 1915 22 Unfälle, im Jahre 1916 105 Unfälle, im Jahre 1917 166 und im Jahre 1918 174 Unfälle ereignet, von denen ein großer Teil tödlich verlief. Erheblich ungefährlicher ist das Luft-Sprengverfahren im Kali- und Minettebergbau.

G. Betriebsmäßige Ausführung der Sprengarbeit.

205. — Das Ansetzen der Schüsse. Der Sprengschuß soll, um seinen Zweck zu erfüllen, die Vorgabe werfen. Dementsprechend muß er angesetzt, geladen und besetzt sein. Man wird die Sprengschüsse so anzusetzen suchen, daß der Zusammenhalt des Gebirges möglichst leicht überwunden wird. Beim Abbau stehen in der Regel genügend freie Flächen zur Verfügung, um die Schüsse annähernd gleichlaufend zu diesen ansetzen zu können. Man kann dann das Mineral mit den einzeln abzugebenden Schüssen sozusagen wegschälen. Noch günstiger liegen sowohl bei Abbau- als auch bei Streckenbetrieben die Verhältnisse, wenn die Herstellung eines genügend tiefen Schrames möglich ist. Die Schüsse drücken alsdann das Gebirge nach dem Schram hin ab.

Sind keine freien Flächen vorhanden, nach denen hin der Schuß wirken kann, so sucht man entweder durch die Sprengarbeit selbst „Einbruch“ herzustellen, oder man schießt gänzlich „aus dem Vollen“. Beim Einbruchschießen setzt man einen Schuß oder mehrere so an, daß zunächst aus dem vollen Gebirge ein Stück herausgesprengt wird, nach dessen Lösung die weiteren Schüsse annähernd parallel zu den auf diese Weise bloßgelegten Flächen angesetzt werden können. Beim Schießen aus dem Vollen werden sämtliche Schüsse etwa senkrecht auf die zu sprengende Gesteinswand und zueinander gleichlaufend abgebohrt und gleichzeitig abgetan.

Digitized by Google

206. — Schichtung und Einbruch. Die Arbeit des Einbruchschießens kann durch günstige Gebirgsbeschaffenheit sehr erleichtert werden. Dies ist der Fall, wenn das Gebirge deutlich ausgeprägte Schichtflächen oder Ablösungen enthält, da es durch die Schüsse auf den Flächen des geringeren Zusammenhalts leicht abgeschoben wird. Abb. 263 zeigt das Ansetzen der Schüsse in einer streichenden Strecke, wenn am Liegenden eine

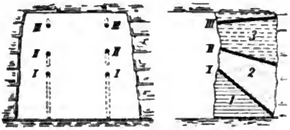


Abb. 263. Einbruch am Liegenden.

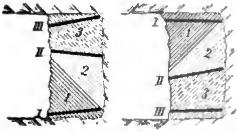


Abb. 264. Einbruch bei verschiedenem Einfallen der Schichten.

glatte Ablösung vorhanden ist. Befindet sich die Ablösung am Hangenden, so müssen die mit *I* bezeichneten Einbruchschüsse entsprechend nach oben verlaufen.

In Querschlägen ist bei dem Ansetzen der Schüsse die Neigung der Schichten zu beachten. Wenn sie dem Orte zufallen, so liegt der Einbruch zweckmäßig oben (Abb. 264 rechts), im anderen Falle unten (Abb. 264 links).

Bestehen gute Ablösungen überhaupt nicht oder muß man, wie es bei Schächten und Aufbrüchen häufig ist, die Schichten rechtwinklig durchbrechen, so legt man den Einbruch in die Mitte und hebt ihn mit vier bis sechs Schüssen kegelförmig heraus (Abb. 265). Die weiteren Schüsse folgen

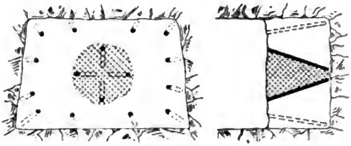


Abb. 265. Kegeleinbruch.

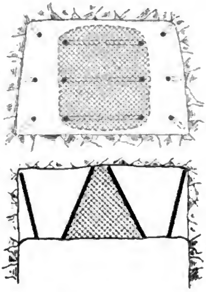


Abb. 266. Keileinbruch.

kranzförmig; Eckschüsse sind nach Bedarf anzuordnen. Man kann auch nach Abb. 266 den Einbruch in Gestalt eines breiten Keiles herausschießen, was bei geschichtetem Gesteine vorteilhafter zu sein pflegt, weil oben und unten die etwaigen Schichtungsflächen ausgenutzt werden. Die beiden Stöße werden sodann streifenförmig hereingenommen.

Eine besondere Art des Schießens unter Herstellung eines Einbruchs hat sich bei dem Betrieb der breiten Strecken auf Kalisalzgruben heraus-

Digitized by Google

gebildet. Die Abb. 267 zeigt die Einzelheiten. Der unterste, zuletzt kommende Schuß des „Ganges" 8 wirft das gesamte Haufwerk nach rechts hinüber und macht die linke Seite der Strecke für den Beginn neuer Bohrarbeiten frei.

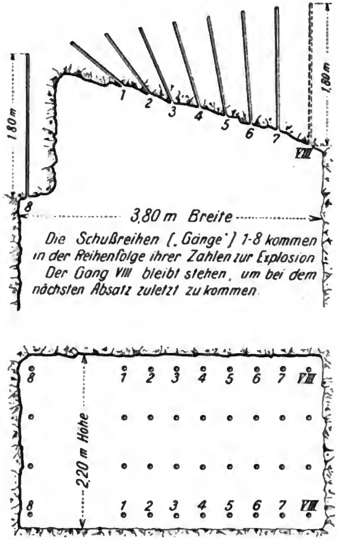


Abb. 267. Schießverfahren beim Streckenbetrieb auf Kalisalzgruben.

Ebenfalls auf Kalisalzgruben hat sich unter dem Namen Parallelbohrverfahren oder Kanonenschießen ein eigenartiges, der Sprengluftgesellschaft zu Charlottenburg patentiertes Schießverfahren eingeführt, das der vorzüglichen Wirkung der Luftsprengstoffe gerade in tiefen Bohrlöchern Rechnung trägt. Es werden je nach der Breite der Strecke 23—29 Bohrlöcher von je 3 m Tiefe in der Streckenrichtung gleichlaufend miteinander gebohrt (Abb. 268). Die Löcher 1—7 bilden den Einbruch. Geladen und besetzt wird von ihnen aber nur Loch 1, während die Löcher 2—7 eine Art Schram bilden. Die Stärke der zwischen ihnen belassenen Rippen beträgt etwa 10 cm. Die Ladung des Loches 1 genügt, den zwischen den Löchern 2—7 verbliebenen Salzkern zu zertrümmern und ein zylindrisches, etwa

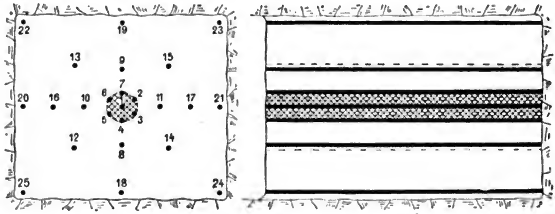


Abb. 268. Parallelbohrverfahren beim Streckenbetrieb auf Kalisalzgruben.

20—25 cm weites Einbruchloch zu schaffen, nach dem hin die übrigen Löcher wirken können. Diese kommen nacheinander in der angedeuteten Reihenfolge.

207. — Abbohren und Abtun der Schüsse. Die Sprengarbeit gestaltet sich verschieden, je nachdem man in erster Linie auf unmittelbare Geld- oder auf Zeitersparnis bedacht ist. Dadurch, daß man die Schüsse oder Schußreihen nacheinander kommen läßt, verbilligt man den Betrieb.

Beim Einbruchschießen kann man jedem Schusse seine besondere Vorgabe geben und die Schüsse unter Verwendung von Zündschnurzündung nacheinander kommen lassen. Vorteilhafter ist es aber, die Einbruchschüsse gleichzeitig auf elektrischem Wege abzutun. Die anderen Bohrlöcher setzt man beim Handbohren und bei Benutzung von Bohrhämmern zweckmäßig erst an, nachdem man die Wirkung des Einbruchs vor Augen hat. Man kann bei solchem Vorgehen erheblich an Sprengstoffen und Bohrarbeit sparen. Bei Verwendung von Stoßbohrmaschinen macht aber das häufige Heranholen und Fortschaffen der Maschinen und Zubehörteile zu viel Arbeit, so daß man in der Regel vorzieht, den ganzen Ortstoß vor dem Schießen abzubohren. Man kann dann die Einbruchschüsse zuerst abtun und entsprechend der Wirkung wenigstens noch die Ladungen der Kranzschüsse bemessen. Häufig besetzt man aber auch alle Schüsse gleichzeitig und läßt nun durch Anwendung kürzerer Zündschnüre oder elektrischer Zeitzündung die Einbruchschüsse zuerst kommen. Bei diesem Verfahren hat man höhere Sprengstoffkosten; die Leute brauchen aber nicht doppelt zu bereißen, zu besetzen und zu schießen.

Bei sehr beschleunigtem Betriebe legt man auf die Herstellung eines regelrechten Einbruchs keinen Wert, sondern schießt aus dem Vollen. Bei dieser Art der Arbeit erzielt man, allerdings unter Aufwendung höherer Sprengstoff- und Bohrkosten und mit stärkerer Zerklüftung des Gesteins, höhere Leistungen und schnelleren Arbeitsfortschritt.

208. — Weitere Mittel zur Beschleunigung des Betriebes. Bei Auffahrung von Querschlägen mit weiten Querschnitten und bei Tunnelbauten pflegt man im beschleunigten Betriebe nicht den ganzen Ortsquerschnitt auf einmal in Angriff zu nehmen. Man treibt eine für die Arbeit eben noch bequeme Strecke von vielleicht 5—6 qm Querschnitt voran und baut diese nur vorläufig aus. Das Nachreißen der Stöße, die Erweiterung auf den beabsichtigten Querschnitt und der endgültige Ausbau rücken in Abständen von 50—100 m vom eigentlichen Arbeitstoße nach, so daß mehrere Gruppen von Arbeitern an verschiedenen Punkten gleichzeitig tätig sein können. Auf diese Weise findet eine örtliche Arbeitsteilung statt, die erlaubt, am Ortstoße alle Kraft auf ein schnelles Vorwärtskommen zu verwenden. Auf die durch das Weiterbohren mit Bohrhämmern schon während des Wegladens der Berge ermöglichte Zeitersparnis wurde bereits oben hingewiesen.

209. — Ordnung des Betriebes. Die Leistungen beim Streckenauffahren hängen durchaus nicht allein von der Schießarbeit, sondern hauptsächlich von einer guten Überwachung des Betriebes und strengen Innehaltung der Ordnung bei der Arbeit ab. Nur wenn die einzelnen Arbeitsabschnitte des Ladens, Schießens und Verbauens ohne Pausen gut ineinandergreifen, lassen sich hohe Leistungen erzielen. Insbesondere ist darauf zu achten, daß sofort nach dem Schießen genügend leere Wagen zur Stelle

Digitized by Google

sind, so daß mit aller Beschleunigung das Haufwerk fortgeschafft werden kann. Blechplatten, die vor dem Schießen gelegt werden, erleichtern das Laden sehr.

210. — Einfluß der Bohrlochweite. Eine besondere Rolle bei der Sprengarbeit spielt die Weite der Bohrlöcher. Der Lochdurchmesser schwankt in der Regel zwischen 18 und 60 mm. Die engsten Bohrlöcher wählt man bei der Meißelbohrung mit Hand, um hohe Bohrleistungen zu erzielen. In der Regel sind die Löcher um so enger, je härter das Gestein ist. 18 mm sind als unterste Grenze anzusehen. Auch bei den Bohrern der Bohrhämmer geht man bis zu 20 mm Meißelbreite herab, während die obere Grenze bei etwa 40 mm liegt. Die Handbohrmaschinen pflegen mit Rücksicht auf die Haltbarkeit der Bohrerschäfte Meißelbreiten zwischen 28 und 40 mm und die Stoßbohrmaschinen solche von 30—60 mm zu besitzen, worüber hinaus nur noch die Brandtsche Bohrmaschine mit 65—88 mm Bohrlochdurchmesser kommt. Jedoch ist auch auf die Sprengstoffe selbst Rücksicht zu nehmen: Dynamit und überhaupt Sprengstoffe mit höherem Gehalte an Nitroglyzerin (z. B. gelatinöse Wettersprengstoffe) explodieren auch in den engsten Bohrlöchern noch tadellos. Anders ist es mit den Ammonsalpetersprengstoffen, bei denen man ohne Not nicht unter 30 mm Patronendurchmesser gehen sollte.

Beim Abdrücken nach freien Flächen hin, wie sie z. B. beim Schießen mit Schram oder Einbruch vorhanden sind, wird eine in einem engen Bohrloche auf größere Länge untergebrachte Sprengladung ihren Zweck gut erfüllen und die Vorgabe ordnungsmäßig werfen können (s. Ziff. 211). Enge Bohrlöcher sind in solchen Fällen sogar Löchern mit größerem Durchmesser vorzuziehen, weil bei einer Zusammendrängung der Ladung im Bohrlochtiefsten das benachbarte Gestein allzusehr zertrümmert wird. Anders ist es, wenn ein Einbruch oder Schram nicht vorhanden ist, sondern erst herausgeschossen werden soll, oder wenn überhaupt aus dem Vollen geschossen wird. In diesem Falle sind weite Bohrlöcher sehr erwünscht, da sie die Unterbringung einer starken Ladung im Tiefsten ermöglichen.

211. — Hohlraumschießen. Das Hohlraumschießen besteht darin, daß man bei tiefen Löchern und freier, leicht zu werfender Vorgabe Hohlräume entweder zwischen Besatz und Sprengstoffsäule oder zwischen den einzelnen Patronen beläßt. In letzterem Falle gibt man den Zwischenräumen eine Länge von 20—30 cm, die man bei geneigten Bohrlöchern durch Holzstäbe oder (auf Kalisalzgruben) durch lose gestopfte Salzpatronen ausfüllt. Auf diese Weise erzielt man eine namhafte Sprengstoffersparnis, vermeidet eine allzu starke Zertrümmerung der Vorgabe und verhindert die lästige Bildung von „Brillen", d. h. das Stehenbleiben des vorderen Teiles des Bohrloches. Das Verfahren wird namentlich im Kalisalz- und im oberschlesischen Steinkohlenbergbau geübt, da man hier wegen der Mächtigkeit der Lagerstätte häufig sehr tiefe Löcher bohren und eine lange Vorgabe nach freien Flächen hin abdrücken kann[1]).

[1]) Vgl. Glückauf 1921, Nr. 44, S. 1072; Beyling: Die Wirkung des Schießens mit Hohlraum usw.; — ferner Kali 1922, Nr. 3, S. 52; Joosten: Schießen mit Luftpolster usw.

Digitized by Google

212. — Kombiniertes Schießen. Im Kalisalzbergbau, namentlich auf den Hartsalzwerken, hat sich eine besondere Art der Schießarbeit herausgebildet, die als „kombiniertes Schießen" bezeichnet wird[1]). Dieses besteht darin, daß man in das Bohrlochtiefste zunächst Dynamit und darauf etwa in doppelter Ladungslänge Sprengsalpeter bringt. Auf den Sprengsalpeter folgt ein guter und fester Besatz. Die Zündung der Ladung wird ohne Sprengkapsel allein durch eine Zündschnur bewirkt, die in der Mitte der Sprengsalpeterladung endigt. Man erreicht auf diese Weise, daß die Gebirgschichten zunächst durch die allmählich sich anspannenden Gase des Sprengsalpeters angerissen werden, während das tatsächliche Durchbrechen bei der einen Augenblick darauf einsetzenden Explosion der Dynamitladung erfolgt. Man hat mit dieser Art des Schießens vielfach recht gute Erfolge ebenso hinsichtlich der Sprengwirkung des einzelnen Schusses wie der Kosten erzielt.

Immerhin muß zweifelhaft bleiben, ob unter allen Umständen hierbei die Dynamitladung vollständig explodiert und nicht etwa nur abbrennt (s. Ziff. 110, S. 208).

213. — Einfluß des Besatzes. Stets und in jedem Falle ist auf guten Besatz des Sprengschusses streng zu achten. Es ist eine ebenso verbreitete wie falsche Meinung der Bergleute, daß Dynamit des Besatzes nicht bedürfe. Im Trauzlschen Bleimörser ergeben unbesetzte Dynamitschüsse nur etwa die halbe Ausbauchung gegenüber solchen mit ordnungsmäßigem Besatz. Ein Nichtbesetzen des Schusses bedeutet also eine arge Sprengstoffvergeudung. Zudem steht bei unbesetzten Schüssen, ganz abgesehen von den Rücksichten auf die Schlagwettergefahr, leichter ein ganzes oder teilweises Auskochen der Ladung zu befürchten, so daß durchschnittlich schlechtere Nachschwaden als bei gut besetzten Schüssen zu erwarten sind.

Zumeist benutzt man zur Herstellung des Besatzes Letten, der mittels des Ladestockes festgestampft wird. Bei abwärts gerichteten Bohrlöchern hat sich der durch lose aufgeschütteten trockenen Sand gebildete Besatz vorzüglich bewährt; seine verdämmende Wirkung ist anscheinend noch besser als die des Lettenbesatzes. Um den Sandbesatz auch in söhligen oder aufwärts gerichteten Löchern verwenden zu können, füllt man den Sand nach dem Vorschlage von H. u. E. Kruskopf in Dortmund in Papierschläuche. Das Einschieben der Kruskopfschen Besatzpatrone geschieht leicht und bequem, so daß die Bergleute vielfach dieses Verfahren der Herstellung des Lettenbesatzes vorziehen. Bei Versagern kann der Sandschlauch einfach herausgezogen werden.

214. — Erweiterungsbohrer. Vielfach hat man sog. Erweiterungsbohrer vorgeschlagen, mittels deren man das Bohrlochtiefste nach Fertigstellung des eigentlichen Loches zwecks Aufnahme einer größeren Sprengladung erweitern und zu einer Sprengkammer vergrößern kann, ähnlich wie dies in Steinbrüchen beim sog. Schnürschießen geschieht. Der Bohrer wirkt meist in der Art, daß von dem Ende der Bohrstange aus nach

[1]) Kali 1910, Nr. 1, S. 10; Busch: Das kombinierte Schießen im Salzbergbau.

Digitized by Google

Einführung in das Bohrloch zwei Schneidbacken allmählich abgespreizt werden, die bei Drehung der Stange die beabsichtigte Erweiterung ausfräsen. Da es sich in der Regel um tiefere Bohrlöcher handelt, ist der Erweiterungsbohrer selbst ebenso wie die Hilfsvorrichtungen zum Entfernen des Bohrmehls und zum Laden der Kammer lang und unhandlich. Auch ist die Vorrichtung nur für milderes Gebirge anwendbar. Zu dauernder Einführung sind die Erweiterungsbohrer wegen dieser betrieblichen Schwierigkeiten wohl nirgendwo gelangt, und es haben sich noch stets die mit der Verwendung verbundenen Unzuträglichkeiten größer als der erzielte Nutzen erwiesen.

Digitized by Google

Vierter Abschnitt.

Die Grubenbaue.

1. — **Allgemeines.** Die nachfolgende Darstellung beschränkt sich auf den unterirdischen Betrieb[1]). Bezüglich des Tagebaues muß auf das Schrifttum[2]) verwiesen werden.

Die Lehre von den Grubenbauen zerfällt in die drei Hauptabschnitte „Ausrichtung", „Vorrichtung" und „Abbau".

Der Begriff „Abbau" ist ohne weiteres klar. Dagegen bedürfen die Bezeichnungen „Ausrichtung" und „Vorrichtung" einer Erläuterung[3]).

Unter den Begriff „Ausrichtung" sollen hier diejenigen Baue gefaßt werden, die den Zweck haben, die Lagerstätten zugänglich zu machen und durch fahrbare Wege mit der Erdoberfläche dauernd in Verbindung zu halten.

Als „Vorrichtungsbaue" sollen diejenigen angesehen werden, die die Lagerstätte in Abschnitte, wie sie für den Abbau geeignet sind, zerlegen und gleichzeitig eine zweckmäßige Förderung, Fahrung und Wetterführung ermöglichen. Auch die für letztere Zwecke besonders hergestellten Baue gehören hierher.

In früheren Zeiten war die Unterscheidung einfach: die Ausrichtungsbaue waren die außerhalb, die Vorrichtungsbaue die innerhalb der Lagerstätten aufgefahrenen Baue. Heute dagegen werden in großem Umfange Baue, die nicht der Aufschließung der Lagerstätten, sondern lediglich ihrer Unterteilung in angemessene Bauabschnitte sowie der Erleichterung der Förderung, Fahrung und Wetterführung dienen, im Nebengestein aufgefahren, um den Druckwirkungen im Gefolge des Abbaues aus dem Wege zu gehen. Daher sollen die einzelnen Baue, um Klarheit zu schaffen, nach ihrer Zugehörigkeit einzeln aufgeführt werden:

Ausrichtungsbaue sind Förder- und Wetterschächte, Blindschächte, Gesenke und Aufbrüche, die zur Lösung verworfener Lagerstättenteile dienen, Hauptquerschläge und solche Gesteinstrecken, die zur Ausrichtung verworfener Lagerstättenteile und zur Erschließung von Lagerstätten getrieben werden.

---

[1]) Man bezeichnet den unterirdischen Betrieb vielfach der Kürze halber als „Tiefbau", jedoch sollte diese Bezeichnung gemäß Ziff. 7 den durch Schächte gelösten Betrieben vorbehalten bleiben und in Gegensatz zu den „Stollenbetrieben", nicht zum „Tagebau" gesetzt werden.

[2]) Vgl. Klein: Handbuch für den deutschen Braunkohlenbergbau, (Halle a. S., Knapp), 2. Aufl, 1915, S. 446 u. f.

[3]) Vgl. hierzu auch Mont. Rdsch. 1919, Nr. 19, S. 609; Feuchter: Studie zur Theorie „Grubenbaue".

Digitized by Google

Vorrichtungsbaue sind:

a) Alle Baue innerhalb der Lagerstätte, also tonnlägige Schächte, Abhauen, Überhauen, Bremsberge, Durchhiebe, Grund-, Teilsohlen-, Wetter- und Abbaustrecken und Diagonalen.

b) Von den im Nebengestein aufgefahrenen Bauen die Abteilungs- und Ortsquerschläge, die Richtstrecken, die nicht zur Lösung von Lagerstättenteilen erforderlichen Blindschächte, Gesenke und Aufbrüche, sowie die Stapelschächte und Wetterstrecken[1]).

2. — **Bildliche Darstellung von Grubenbauen.** Die Grubenbaue werden auf söhlige oder seigere Ebenen aufgetragen (projiziert) oder in Durchschnitten dargestellt. Die söhlige Auftragung ergibt Grundrisse, die seigere Seigerrisse. Als Profile werden seigere Schnitte durch das Gebirge und die Lagerstätten bezeichnet, und zwar unterscheidet man wieder „Querprofile“ (querschlägig gelegt) und „Längsprofile“ (streichend gelegt). Die letzteren werden allerdings im vorliegenden Abschnitte nur ausnahmsweise (z. B. bei einigen Abbildungen beim Scheibenbau) angewendet; ihre Hauptbedeutung liegt auf geognostischem Gebiete (vgl. z. B. Abb. 14 auf S. 19 und Abb. 2 auf der Tafel gegenüber S. 58).

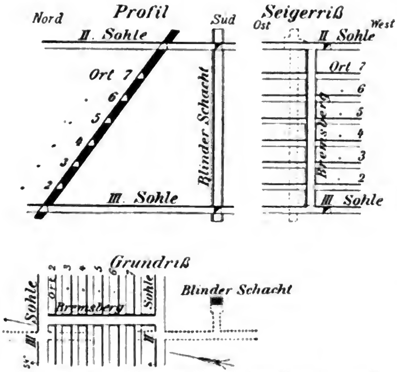


Abb. 269. Darstellung eines Flözstücks in drei Ansichten.

Grund- und Seigerrisse geben mit Ausnahme der Fälle, in denen der Grundriß eine völlig söhlige, der Seigerriß eine völlig seiger stehende Lagerstätte darzustellen hat, nur „verzerrte“ Bilder, da in ihnen die gegenseitigen Entfernungen der in der Flözebene vorhandenen Baue nicht in ihrer wahren Größe, sondern in Verkürzung erscheinen. Profile dagegen zeigen die von der Schnittebene getroffenen Baue in ihrer genauen Lage zueinander.

Im übrigen erscheinen im Grundriß sämtliche streichenden, schwebenden und querschlägigen Strecken als Doppellinien, nur Schächte aller Art mit ihrem Querschnitt. Die streichenden Strecken liegen um so näher zusammen, je steiler das Einfallen ist. — Im Seigerriß treten nur die strei-

[1]) Es sei zugegeben, daß bei einigen dieser Baue ihre Einordnung unter „Vorrichtungsbaue“ als etwas gekünstelt erscheint, doch können sie nicht als Ausrichtungsbetriebe angesehen werden, und die Schaffung einer besonderen, neuen Bezeichnung für sie ist nicht zweckmäßig.

Digitized by Google

chenden und schwebenden Strecken und die Schächte (in Abb. 269 gestrichelt) als Doppellinien auf, während Querschläge nur mit ihrem Querschnitt (als „Auge“) auf das Bild kommen. Die streichenden Strecken rücken um so weiter auseinander, je steiler die Lagerstätte einfällt. — Im Querprofil kommt das Einfallen genau zur Darstellung. Schächte erscheinen als Doppellinien, ebenso Querschläge, bei denen diese Linien der Firste und der Sohle entsprechen; dagegen kommt von den streichenden Strecken nur der Querschnitt zur Anschauung.

Was die Darstellung der verschiedenen Himmelsrichtungen betrifft, so kommt nur im Grundriß die unendlich große Anzahl sämtlicher Richtungen der Windrose zur Darstellung. In den anderen Darstellungsarten handelt es sich um seigere Ebenen; es entspricht also hier das Oben und Unten der Zeichnung dem wirklichen Oben und Unten, so daß nur rechts und links zwei ganz bestimmte Himmelsrichtungen auftreten. Für die grundrißliche Darstellung ist es allgemein üblich, das Bild so zu legen, daß Norden oben liegt. Querprofile werden im rheinisch-westfälischen Steinkohlenbergbau so gelegt, daß Norden (genauer meist Nordnordwesten) links zu liegen kommt, während man sich bei Seigerrissen im Hangenden des Flözes stehend denkt. Daher erscheinen z. B. im Seigerriß in Abb. 269 die Querschläge rechts vom Bremsberg (vgl. den Grundriß).

Da im Grundriß das Einfallen nach Richtung und Stärke nicht ohne weiteres zum Ausdruck kommt, so pflegt man es durch Pfeile am unteren Streckenstoß, die die Fallrichtung bezeichnen, und durch dazugesetzte Zahlen, die den Fallwinkel angeben, anzudeuten. Ebenso wird durch Höhenzahlen, die die jeweilige Höhe über oder unter dem Meeresspiegel erkennen lassen, der Mangel ausgeglichen, daß der Grundriß an sich keine Gefälleverhältnisse veranschaulicht. Dadurch wird der Grundriß, da er auch sämtliche Streckenkrümmungen sowie die gegenseitige Lage der verschiedenen Grubenbaue in der söhligen Ebene zeigt, das beste Mittel zur Veranschaulichung; nur bei steilerer Lagerung wird er undeutlich, weil die Strecken zu nahe zusammenrücken. Im Seigerriß verschwinden die Streckenkrümmungen; hier tritt nur das Ansteigen der streichenden Strecken, die als schnurgerade Doppellinien erscheinen, hervor. Der Seigerriß findet nur für steilstehende Lagerstätten Verwendung, weil er hier infolge des größeren scheinbaren Streckenabstandes ein deutlicheres Bild liefert.

I. Ausrichtung.

A. Ausrichtung von der Tagesoberfläche aus.

3. — **Hauptarten.** Für die Art der Erschließung unterirdischer Lagerstätten vom Tage her ist in erster Linie die Gestaltung der Erdoberfläche maßgebend, die entweder die Lösung durch Stollen gestattet oder das Niederbringen von Schächten notwendig macht.

a) Stollen.

4. — **Ausrichtungstollen.** In gebirgigen Gegenden sind, solange noch Mineralschätze oberhalb der Talsohle anstehen, die wichtigsten Ausrichtungsbetriebe die Stollen. Man versteht unter Ausrichtungstollen söhlig

Digitized by Google

oder nahezu söhlig aufgefahrene Grubenbaue, die von den Berghängen aus entweder in den Lagerstätten selbst oder, falls das nicht möglich ist, im Gestein in der Richtung auf die Lagerstätten aufgefahren werden. Querschlägige Ausrichtungsstollen sind die in Abb. 270 mit s_1 und s_2 bezeichneten. Je tiefer ein solcher Stollen angesetzt werden kann, um so größer ist die Teufe, die er „einbringt“, oder die von ihm „gelöste“ Abbauhöhe. Jedoch muß sein Ansatzpunkt, das Stollenmundloch, mindestens oberhalb des Hochwasserspiegels der Talsohle liegen; in der Regel aber wird dabei auch noch auf die Erzielung einer gewissen Haldensturzhöhe Bedacht genommen. In manchen Fällen ist ein möglichst tiefer Ansatzpunkt nicht einmal vorteilhaft; so z. B., wenn nach Abb. 270 in der Nähe der Talsohle *F* die Erdoberfläche wesentlich flacher geneigt ist als die Lagerstätte und daher der tiefere Stollen (s_3) nur wenig mehr Teufe einbringen, dabei aber unverhältnismäßig größere

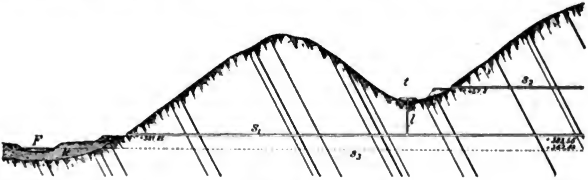


Abb. 270. Stollen mit Lichtloch.

Kosten verursachen würde, zumal er noch durch Ablagerungen von rolligem Gebirge *k* in der Talsohle zu treiben sein würde.

Die Fertigstellung längerer Stollen kann durch gleichzeitiges Vortreiben von mehreren Angriffspunkten aus beschleunigt werden. Als solche dienen sog. Lichtlöcher (*l* in Abb. 270), d. s. Schächte, die möglichst an den Stellen, wo die Erdoberfläche sich mehr zum Stollen herabsenkt, niedergebracht werden und von denen aus der Stollen nach beiden Seiten vorgetrieben wird. Diese Lichtlöcher ermöglichen auch eine bessere Wetterführung und die Abkürzung der Anfahrwege.

Anschlußstrecken, die vom Stollen aus im Gestein oder in den gelösten Lagerstätten zu benachbarten Grubenbauen getrieben werden, heißen „Flügelörter“.

5. — **Wasserlosungsstollen.** Vielfach dienen die Stollen nicht als Ausrichtungs-, sondern vorwiegend oder ausschließlich als Wasser- und Wetterlosungsbetriebe. Die zur Wasserabführung dienenden Stollen („Erbstollen“) waren früher, als die Mittel zur künstlichen Wasserhebung noch sehr unvollkommen waren, auch für den Ruhrkohlenbezirk von großer Bedeutung, da sie den Abbau der höher anstehenden Flözstücke ohne Wasserhaltung ermöglichten, weshalb dem „Erbstöllner“, der einen solchen Stollen zu treiben unternahm, wichtige Vorrechte eingeräumt wurden. Außerdem gestatten solche Stollen auch die Ausnutzung der ganzen Gefällehöhe zwischen Erdoberfläche und Stollensohle für die Krafterzeugung durch Wasserräder,

Digitized by Google

Turbinen, Wassersäulenmaschinen u. dgl., deren Abwasser dann auf der Stollensohle abfließen[1]).

Solche Wasserlosungstollen haben vielfach sehr bedeutende Längen erreicht. Der im Mansfeldschen etwas oberhalb des Spiegels der Saale angesetzte „Schlüsselstollen" ist 31060 m lang und in 77 Jahren mit einem Kostenaufwande von über 3½ Mill. ℳ aufgefahren worden. Als weiterer Beweis dafür, daß auch heutzutage die Bedeutung der Stollen noch nicht geschwunden ist, wenn entsprechende natürliche Bedingungen vorliegen, sei ein 1905 vollendeter, rd. 20 km langer Stollen in Südfrankreich genannt, der die Tageswasser eines ganzen Braunkohlen Bergbaugebiets im Hinterlande von Marseille unmittelbar in das Mittelmeer abführt[2]).

6. — **Heutige Bedeutung der Stollen.** Die Bedeutung der Stollen als Aufschließungsbaue ist für den deutschen Bergbau heute nur noch gering, da dieser in den älteren Bergbaugebieten überall die Talsohle erreicht hat und daher zum Tiefbau übergegangen ist. Das schließt jedoch nicht aus, daß einzelne Stollen auch in solchen Bergbaugegenden, wo der Tiefbau herrscht, heute noch für die Entlastung der Wasserhaltung und Förderung von Bedeutung sind. So erspart der vorhin erwähnte Schlüsselstollen, der noch jetzt die sämtlichen Wasser des Mansfelder Kupferschieferbergbaues abührt, den Wasserhaltungen dieser Betriebe das Heben der Wasser bis zu Tage. Und auch der Saarbergbau bedient sich noch jetzt mit Nutzen der früher hergestellten Stollen, indem an deren Mundlöchern die Tagesanlagen oder Verladeeinrichtungen liegen und die geförderten Kohlen sowie die Grubenwasser somit verschiedentlich nur bis zur Stollensohle gehoben zu werden brauchen. Zu erwähnen ist hier auch noch, daß eine 14 km lange Strecke des „Rothschönberger Erbstollens" bei Freiberg i. Sa. bis in die letzten Zeiten des Freiberger Erzbergbaues zur Fahrung und Förderung mit Schiffen benutzt worden ist. — Als ein Bezirk mit jüngerem Bergbau, der sich noch der Stollen zur Ausrichtung bedient, sei das Minetterevier in Lothringen genannt.

b) Schächte.

1. Arten der Schächte.

7. — **Allgemeines. Zweck der Schächte.** Im ebenen oder flachwelligen Gelände beginnt die Ausrichtung von der Tagesoberfläche aus durch Schächte. Gruben, die in dieser Weise aufgeschlossen werden, heißen Tiefbaugruben im Gegensatz zu den Stollengruben.

Da die Schächte für Tiefbauzechen die einzige Verbindung mit der Erdoberfläche bilden, so haben sie eine ganze Reihe verschiedener Zwecke zu erfüllen, indem sie nicht nur zur Förderung, sondern auch zur Ein- und Ausfahrt der Belegschaft, zum Ein- und Ausziehen des Wetterstromes, zum Einhängen von Grubenholz und sonstigen Stoffen, zur Einführung der erforderlichen Wasser- und Druckluftrohre, der elektrischen Stark- und Schwachstromkabel usw. dienen. Je billiger nach Lage der örtlichen Ver-

[1]) Vgl. z. B. Zeitschr. f. d. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes. 1882, S. 117 u. f.; Der Bergbau am nordwestlichen Oberharz (Wassergewältigung).

[2]) Société Nouv. des Charbon. des Bouches-du-Rhône: Description de la galerie de la mer, (Paris u. Marseille), 1905, S. 35 u. f.

Digitized by Google

hältnisse die Herstellung der Schächte wird, um so mehr wird man diese Aufgaben auf mehrere Schächte für dasselbe Grubenfeld verteilen können. So ist es z. B. ein großer Vorzug der Saargruben, nach Bedarf ausziehende Wetterschächte an den Feldesgrenzen niederbringen oder in der Nähe von Dörfern oder Siedelungen Anfahrschächte herstellen zu können, durch die die Leute mit geringem Zeitverlust zur Arbeitsstelle gelangen. In Oberschlesien werden wegen der langen, beim Abbau der mächtigen Flöze gebrauchten Hölzer, deren Einförderung besondere Füllorteinrichtungen erfordert und außerdem in Förderschächten viel Zeitverlust verursacht, besondere „Holzhängeschächte" benutzt. Umgekehrt finden wir in Bergbaugebieten mit sehr teuren Schächten, wie im Norden des Ruhrkohlenbezirks, das Bestreben, jeden Schacht möglichst vollständig auszunutzen und daher z. B. besondere Ausziehschächte entweder ganz zu umgehen oder doch wenigstens gleichzeitig zur Förderung zu benutzen. Doch tritt neuerdings für tiefe Gruben, bei denen die Bekämpfung der Wärme eine wichtige Rolle spielt, die Rücksicht auf die Schachtbaukosten hinter das Bestreben zurück, den Hauptwetterströmen möglichst große Querschnitte zur Verfügung zu stellen und daher die Zahl der Schächte zu vergrößern. Für Sonderzwecke begnügt man sich mit Schächten von möglichst geringem Querschnitt (vgl. z. B. die später zu behandelnden Spülschächte zum Einspülen von Versatzgut).

Mit der zunehmenden Tiefe der Gruben ist der Anteil des Schachtes an dem gesamten unterirdischen Grubengebäude stark gewachsen. Man kann im großen und ganzen annehmen, daß der Rauminhalt eines Schachtes bei 100 m Tiefe etwa 0,3 — 0,5%, bei 1000 m Tiefe dagegen 7 — 10% vom Rauminhalt der gesamten Grubenbaue (Abbauräume nicht mitgerechnet) ausmacht.

Gehen die Lagerstätten zutage aus, so liegt es bei steilerem Einfallen nahe, sie mit Hilfe „tonnlägig (donlägig)", d. h. im Einfallen niedergebrachter Schächte aufzuschließen. Im Gegensatz zu diesen Schächten werden die senkrecht niedergebrachten Schächte als Seiger- oder Richtschächte bezeichnet.

8. — **Tonnlägige Schächte.** Tonnlägige Schächte sind in älteren Zeiten von großer Bedeutung gewesen und auch an Bergabhängen, an Stelle von Stollen, niedergebracht worden, wenn das Ausgehende der Lagerstätte in so geringer Höhe über der Talsohle lag, daß ein Stollen nicht viel Teufe eingebracht hätte. Auch heute noch werden sie in Bergbaugebieten, in denen, wie in Transvaal und am Oberen See in Nordamerika, ein sehr gleichmäßiges, steiles Einfallen bei günstigen Gebirgsdruckverhältnissen vorherrscht, mit gutem Erfolge selbst für die Förderung aus sehr großen Teufen benutzt; sogar der tiefste Schacht der Erde (s. S. 291) ist ein tonnlägiger Schacht. Sie haben unter solchen, für sie günstigen Verhältnissen verschiedene Vorteile: während des Abteufens lernt man das Verhalten der Lagerstätte kennen, und die Arbeit macht sich ganz oder teilweise durch Mineralgewinnung bezahlt; auch braucht die Lagerstätte nicht erst durch Querschläge vom Schachte aus gelöst zu werden. Diesen Vorzügen stehen jedoch schwerwiegende Nachteile gegenüber: die Schächte kommen, weil ihre Stöße nicht senkrecht stehen, wesentlich stärker in Druck als Seigerschächte; sie sind weiterhin für die Förderung ungünstig, weil der Förderweg länger ist als in seigeren Schächten,

Digitized by Google

weil außerdem ein starker Verschleiß der Fördergestelle, Schachtleitungen und Seile eintritt, der in Seigerschächten nahezu völlig wegfällt, und weil endlich auch die Fördergeschwindigkeit wesentlich hinter der in Seigerschächten möglichen zurückbleibt. Liegen aber vollends die oben vorausgesetzten günstigen Verhältnisse nicht vor, so erscheint die Benutzung tonnlägiger Schächte von einigermaßen größerer Teufe als ausgeschlossen. Das ist z. B. beim Steinkohlenbergbau in gefaltetem und gestörtem Gebirge der Fall, wo die Muldenbiegungen und Störungen den tonnlägigen Schächten nach unten hin bald ein Ziel setzen und überdies infolge der geringen Festigkeit der Kohle zwar die Anlage eines tonnlägigen Schachtes verbilligt werden kann, seine Unterhaltung aber durch den rasch wachsenden Gebirgsdruck ganz außerordentlich verteuert wird. Ganz ausgeschlossen erscheinen tonnlägige Schächte dort, wo ein Deckgebirge vorhanden ist.

Seigere Schächte, die nach Erreichung der Lagerstätte in dieser tonnlägig fortgesetzt werden, nennt man gebrochene Schächte, solche mit geringer Neigung, entsprechend einem flachen Einfallen der Lagerstätte, „Flache" oder „Laufschächte".

9. — **Seigere Schächte.** Seigere Schächte sind in allen Fällen, in denen Deckgebirge von einiger Stärke vorhanden ist, das einzig in Betracht kommende Ausrichtungsmittel. Sie finden aber außerdem jetzt aus den oben angeführten Gründen auch dort ausschließlich Verwendung, wo die Lagerstätten zutage ausgehen, falls nicht etwa die Verhältnisse ganz besonders günstig für tonnlägige Schächte liegen.

2. Schachtansatzpunkt.

10. — **Allgemeines.** Für die Beantwortung der wichtigen Frage nach der richtigen Wahl des Schachtansatzpunktes, d. h. derjenigen Stelle, an der ein neuer Schacht abgeteuft („niedergebracht" oder „geschlagen") werden soll, kommen die Lagerungsverhältnisse und die Verhältnisse an der Tagesoberfläche in Betracht.

11. — **Bedeutung der Lagerungsverhältnisse.** Man wird zunächst bestrebt sein, die Förder- und Wetterverbindungen zwischen den Schächten und den Lagerstätten möglichst kurz zu halten. Setzen also durch das Grubenfeld nur wenige Lagerstätten in geringem Abstande voneinander, so wird man bei der Wahl des Schachtpunktes mehr auf ihre Lage Rücksicht nehmen müssen als bei einer großen Anzahl über das ganze Feld verteilter Lagerstätten. Reichhaltige Teile des Grubenfeldes verdienen mehr Berücksichtigung als ärmere. Bei steiler Lagerung ist die Lage des Schachtes mehr an den Verlauf der Lagerstätten gebunden als bei flachem Einfallen.

Im übrigen stoßen wir bei der Berücksichtigung des Gebirgsfallens auf widerstreitende Erwägungen. Die Querschlagförderwege werden nämlich am kürzesten und die laufenden Querschlagförderkosten am niedrigsten, wenn der Schacht z. B. in die Mitte einer Mulde (s_1 in Abb. 271) gesetzt oder bei gleichmäßiger Flözneigung möglichst weit nach dem Hangenden hin niedergebracht wird („vorgeschlagene" Schächte, s_1 in Abb. 272). In beiden Fällen wird außerdem Rückförderung vermieden, da jede Abwärtsbewegung in den Flözbremsbergen gleichzeitig eine Vorwärtsbewegung in der Richtung zum Schachte ist. Anderseits kommt die Rücksicht auf die Schacht-

Digitized by Google

sicherheitspfeiler hinzu, die (s. unten im Abschnitt „Maßnahmen zur Verhütung oder Abschwächung der Gebirgsbewegungen") nach unten hin fortgesetzt stärker werden müssen und deren verschiedene Größe für Mulden- und Sattelschächte aus Abb. 271, für Schächte im Liegenden und im Hangenden aus Abb. 272 ersichtlich ist. Doch tritt dieser Gesichtspunkt heute zurück, da man bei größeren Tiefen mehr und mehr zum Abbau der Sicherheitspfeiler übergeht.

Beide Forderungen — niedrige Querschlagförderkosten und geringe Kohlenverluste — werden gleichzeitig erfüllt, wenn der Schacht auf eine Sattelkuppe gestellt werden kann (s_2 in Abb. 271).

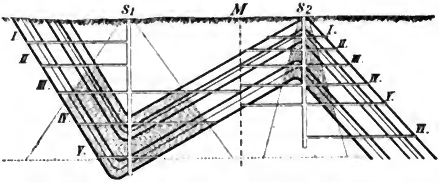


Abb. 271 [1]). Schacht in einer Mulde und auf einer Sattelkuppe.

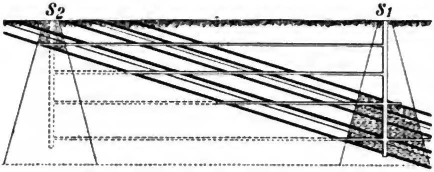


Abb. 272 [1]). Schächte im Hangenden und im Liegenden.

12. — **Bedeutung des Deckgebirges.** Durch ein über dem flözführenden Gebirge noch auftretendes Deckgebirge wird vielfach das Schachtabteufen wesentlich erschwert oder doch wenigstens der Schachtausbau verteuert, in jedem Falle aber die Förderteufe vergrößert. Man wird daher nach Möglichkeit den Schacht dorthin setzen, wo die geringsten Mächtigkeiten dieses Deckgebirges zu erwarten sind. Namentlich ist bei Auftreten von Sand- und Kiesschichten, deren Mächtigkeit erfahrungsgemäß schnell und stark wechselt, eine Aufsuchung der günstigsten Stelle durch mehrere Bohrungen durchaus ratsam, da deren Kosten gegenüber den dadurch beim Abteufen zu erzielenden Ersparnissen keine Rolle spielen.

13. — **Verhältnisse über Tage.** Die Verhältnisse an der Tagesoberfläche sind infolge der zunehmenden Bebauung des Geländes und der wachsenden Fördermengen heute so wichtig geworden, daß sie vielfach, z. B. im Ruhrbezirk, an erster Stelle stehen. Zunächst wird zweckmäßig eine

[1]) Die Schachtsicherheitspfeiler sind durch Strichelung angedeutet.

Digitized by Google

Stelle gewählt, an der die Kosten für den Grunderwerb, nicht sowohl für den Schacht selbst als für die mit ihm zusammenhängenden Tagesanlagen, möglichst gering sind. Ferner ist bei Gruben, die wie Steinkohlenzechen auf Massenabsatz eingerichtet werden müssen, auf einen möglichst bequemen und billigen Eisenbahn-, Fluß- oder Kanalanschluß zu sehen. Außerdem muß die Schachtöffnung hochwasserfrei sein. Eine gewisse Haldensturzhöhe ist für die Hängebank gleichfalls erwünscht, läßt sich aber auch in ganz ebenem Gelände durch eine „Aufsattelung" des Schachtes über die „Rasenhängebank", d. h. durch Schaffung einer künstlichen höheren Hängebank, erzielen, die für eine bequeme Verladung ohnehin erforderlich ist.

14. — **Schachtbaufelder.** Bei größeren Grubenfeldern ist dem einzelnen Förderschacht ein um so größeres Baufeld zuzuweisen, je tiefer und kostspieliger der Schacht ist. Denn eine zu große Anzahl von Schächten bedeutet nicht nur ein unverhältnismäßig großes Anlagekapital infolge der großen Ausgaben für die Schächte, Fördergerüste, Tagesanlagen, Maschinen, Bahnanschlüsse usw., sondern auch eine starke Erhöhung der laufenden Förderkosten durch die stärkere Bedienungsmannschaft, den größeren Verschleiß an Schachtleitungen, Förderseilen u. dgl., während auf der anderen Seite die kleineren Baufelder keine zur völligen Ausnutzung der Schächte ausreichende Förderung zu liefern imstande sind.

Besonders sind große Schachtbaufelder dann zu bevorzugen, wenn wegen dichter Bevölkerung die Kosten der Tagesanlagen und die mit ihnen verbundenen Belästigungen durch Rauch, Kokereigase, Haldenbrand u. dgl. beträchtlich sind und auf der anderen Seite die Kosten für die unterirdische Streckenförderung sich bei Massenförderung stark herabdrücken lassen.

Für den deutschen Kalisalzbergbau kommt noch die Rücksicht auf die Gefährdung der Lagerstätten durch die Wasser des Deckgebirges hinzu, die zu möglichster Beschränkung der Durchörterung des Deckgebirges durch Schächte drängt.

Eine zu große Bemessung der Schachtbaufelder führt jedoch zu übermäßig langen Förder- und Wetterwegen unter Tage, zu nachteiliger Verlangsamung des Abbaues und zu größerer Gefährdung der unterirdischen Belegschaft im Falle eines Grubenunglücks. Auch die Lagerungsverhältnisse spielen hier hinein: reiche Ablagerungen und druckhaftes Gebirge verlangen kleinere Baufelder, als sie bei armem Mineralvorkommen und geringem Gebirgsdruck am Platze sind; Störungen werden als natürliche Baugrenzen angenommen, um sie nicht durchörtern zu müssen; schlagwetterreiche Flöze bedingen kleinere Baufelder als schlagwetterarme usw.

Bezüglich der Form der einzelnen Schachtfelder läßt sich allgemein sagen, daß reiche Flözablagerungen eine größere querschlägige, flözarme Gebirgsmittel eine größere streichende Ausdehnung der Felder vorteilhaft machen. Im ersteren Falle erhält man durch die querschlägige Ausrichtung eine große Anzahl einzelner Bauflügel und damit die Möglichkeit einer vorteilhaften Mineralgewinnung von zahlreichen Angriffspunkten aus; im letzteren Falle werden übermäßig lange Querschläge, denen keine genügenden nutzbaren Aufschlüsse entsprechen würden, vermieden. Diese Unterschiede werden noch verstärkt, wenn die reichere Flözfolge gleichzeitig steiler einfällt und dadurch die Querschlagskosten sich noch mehr

Digitized by Google

verringern oder wenn, wie das z. B. im Ruhrkohlenbezirk der Fall ist, ein reicher Flözzug (Gaskohlengruppe) sich gleichzeitig durch sehr druckhaftes, ein armer (Magerkohlengruppe) durch sehr festes Gebirge auszeichnet und infolgedessen größere streichende Längen im ersten Falle ebenso nachteilig wie im zweiten unbedenklich sind.

15. — **Doppelschachtanlagen.** Den obigen Ausführungen entspricht die Vorliebe, die man jetzt namentlich in Gebieten mit dichter Bevölkerung und bei billiger unterirdischer Streckenförderung für Zwillingschächte (oder auch Drillingschächte) hat. Durch die Vereinigung von je zwei Schächten zu einer Doppelanlage werden zunächst die Grunderwerbskosten und die Belästigungen der Nachbarschaft durch die Tagesanlagen wesentlich verringert. Ferner tritt an die Stelle der doppelten Zahl von Kessel-, Maschinen- und Gebäudeanlagen bei getrennten Schächten hier eine geringe Anzahl entsprechend größerer Anlagen, deren Beschaffung und Unterhaltung im Verhältnis wesentlich billiger ist. Weiterhin erzielt man eine erhebliche Ersparnis an Löhnen, da die Zahl der Tagesarbeiter für eine Doppelanlage niedriger ist als für zwei Einzelanlagen mit gleicher Förderleistung. Dazu kommt der Vorteil, daß man jederzeit über einen Rückhalt an Förder- und sonstigen Tagesanlagen verfügt. Auch kann stets ein Schacht zur Unterfahrung des anderen und damit in vorteilhafter Weise zur Vertiefung des letzteren um einen weiteren Sohlenabstand benutzt werden, während beim ersten Abteufen im Deckgebirge zuerst nur ein Schacht niedergebracht zu werden braucht, um die bei ihm gemachten Erfahrungen für das Niederbringen des zweiten Schachtes verwerten zu können.

Um zu verhüten, daß Betriebstörungen oder Gefährdungen des einen Schachtes auch den anderen in Mitleidenschaft ziehen, sind beide Schächte in genügender Entfernung voneinander herzustellen und mit getrennten Schachtgebäuden zu überbauen.

3. Schachtscheibe.

16. — **Form und Einteilung.** Der Schachtquerschnitt, der mit seinem Ausbau und seiner Einteilung Schachtscheibe genannt wird, kann rechteckig, quadratisch, kreisförmig, elliptisch oder durch vier flache Bogen begrenzt sein. Die einzelnen Abteilungen bes Schachtes werden als „Trumme“ oder „Trümmer“ bezeichnet.

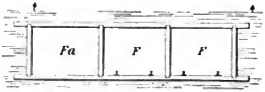


Abb. 273. Querschnitt eines tonnlägigen Schachtes.

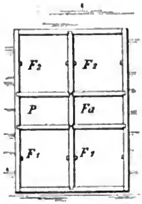
17. — **Rechteckige Schächte.** Rechteckige Schachtquerschnitte sind schon in alten Zeiten gebräuchlich gewesen. Für tonnlägige Schächte ergibt sich als naturgemäße Querschnittsform diejenige eines langgestreckten Rechtecks (Abb. 273) mit Anordnung der einzelnen Trümmer nebeneinander in der Streichrichtung der Lagerstätte. In seigeren Schächten kann man den Querschnitt, um einen möglichst gleichmäßigen Gebirgsdruck und einen möglichst geringen Umfang zu erzielen, mehr dem quadratischen nähern. Beispiele für die Verteilung der im Schachtquerschnitt unterzubringenden Förder- und Fahreinrichtungen, Rohrleitungen, elektrischen Kabel usw. auf die einzelnen Trumme

Digitized by Google

rechteckiger Schächte bieten die Abbildungen 274 u. 275. In Abb. 273 bis 277 bedeutet *F* Fördertrumm, *Fa* Fahrtrumm, *P* Pumpentrumm, *W* Wettertrumm. Mit dem Vorrücken des Bergbaues in größere Teufen sind die Pumpentrumme (für die Gestängepumpen) mehr und mehr fortgefallen und die Wettertrumme mit ihren großen Widerständen durch selbstständige Wetterschächte ersetzt worden. Anderseits treten jetzt die Rohr- und Kabeltrumme an die Stelle dieser früheren Schachtabschnitte, kommen aber mit kleineren Querschnitten aus.

Seigere Schächte mit gestreckt-rechteckigem Querschnitt werden zur Erhöhung ihres Widerstandes gegen den Gebirgsdruck so gestellt, daß die kurzen Seiten des Rechtecks in die Streichrichtung des Gebirges zu liegen kommen (Abb. 274).

18. — Runde Schächte. Kreisrunde Schächte haben gegenüber den rechteckigen verschiedene wichtige Vorteile und sind daher jetzt fast allgemein zur Herrschaft gelangt. Zunächst verteilt der Gebirgsdruck sich nahezu gleichmäßig auf den ganzen Umfang. Ferner fällt das Ausspitzen der Ecken, das nicht nur sehr kostspielig und zeitraubend ist, sondern auch das Gebirge mehr in Bewegung bringt, fort. Auch erhält der Ausbau die denkbar widerstandsfähigste Form, nämlich diejenige eines in sich geschlossenen Gewölbes. Außerdem ist beim Kreise das Verhältnis des Umfangs zum Inhalt, also der dem Gebirgsdruck ausgesetzten und durch den Ausbau zu verwahrenden Länge zum nutzbaren Schachtquerschnitt, namentlich bei großem Durchmesser, am günstigsten, wie folgende Zusammenstellung zeigt:



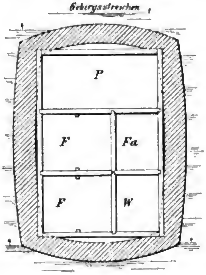


Abb. 274. Abb. 275.
Schachtscheiben rechteckiger Seigerschächte.

Querschnitt		5 qm	10 qm	20 qm	30 qm
		m	m	m	m
Umfang	Kreis	7,8	11,2	15,6	19.1
	Quadrat	8,9	12,6	17,9	21,9
	Rechteck mit Seitenverhältnis 2 : 3	9,1	12,9	18,3	22,4

Die Zahlentafel läßt gleichzeitig erkennen, wie das Verhältnis Inhalt: Umfang mit wachsendem Querschnitt sich rasch günstiger gestaltet.

Freilich ergeben sich in kreisrunden Schächten „verlorene“ Ecken in Gestalt kleiner Segmente, die nicht genügend ausgenutzt werden können. Jedoch ist anderseits bei rechteckigem Schachtquerschnitt die vollständige Ausnutzung vielfach nur scheinbar, indem wegen der Notwendigkeit, vier gerade Seiten als Grenzlinien zu erhalten, das eine oder andere Trumm größer als unbedingt nötig gewählt werden muß.

Digitized by Google

Ferner lassen sich runde Schächte von größerem Durchmesser zwar nicht mit Holz, wohl aber mit allen anderen Stoffen (Mauerung, Beton, Schmiede- und Gußeisen) ausbauen, während rechteckige Schächte auf den Ausbau in in Holz oder Profileisen beschränkt sind. Ausschlaggebend ist in dieser Hinsicht vielfach schon, daß nur runde Schächte wasserdicht ausgebaut werden können.

Schachtscheiben runder Schächte zeigen die Abbildungen 276—283. Von diesen veranschaulichen die Abbildungen 276 und 277 die Ausnutzung des

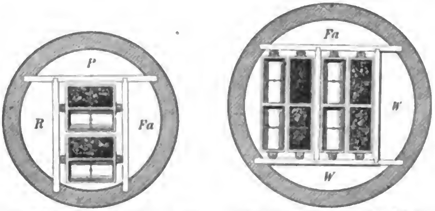


Abb. 276[1]). Durchmesser 5,0 m. Abb. 277[1]). Durchmesser 6,5 m.
Schachtscheiben runder Schächte im Ruhrbezirk.

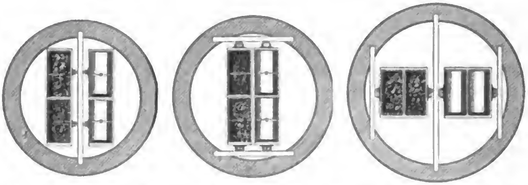


Abb. 278[2]). Lange Förderkörbe, Seitenführung, Schachtdurchmesser 4,00 m. Abb. 279[2]). Lange Förderkörbe, Kopfführung, Schachtdurchmesser 4,20 m. Abb. 280[2]). Breite Förderkörbe, Seitenführung, Schachtdurchmesser 4,75 m.
Lage der Fördertrumme in runden Schachtscheiben (einfache Förderung).

Schachtquerschnitts für verschiedenartige Zwecke; die Abbildungen 278 bis 283 dagegen sollen nur verschiedene Möglichkeiten für die Unterbringung der Fördereinrichtungen darstellen, und zwar die Abbildungen 278—280 für Schächte mit je einer Förderung, die Abbildungen 281—283 für Doppelförderschächte.

Die Bedeutung einer möglichst ausgiebigen Ausnutzung des Schachtquerschnitts ergibt sich daraus, daß 1 qm Schachtscheibe bei Schächten von etwa 500 m Teufe bereits einen Wert von etwa 30000—200000 *M* (je nach den Abteuf- und Ausbaukosten) hat.

---

[1]) Sammelwerk Bd. III, Fig. 23 und 33.

[2]) Glückauf 1903, Nr. 42, S. 1000; Stegemann: Die Einteilung der Förderschächte.

Digitized by Google

19. — Andere Querschnitte. Elliptische Schächte haben keine Bedeutung erlangt, da sie die Nachteile der rechteckigen Schächte nur teilweise vermeiden und doch nicht die Vorteile der runden besitzen.

Die Schächte mit vier flachen Bögen (Abb. 275) sind im Grunde lediglich ausgemauerte rechteckige Schächte, da die Mauerung bei rechteckigem Querschnitt des Gebirgsdrucks wegen nicht aus vier Scheibenmauern hergestellt werden darf, sondern aus vier Gewölbebögen zusammengesetzt werden muß. Infolgedessen tritt hier zu den Nachteilen der rechteckigen Schächte noch derjenige der verlorenen Kreisabschnitte hinzu, so daß auch diese Querschnittsform nicht empfohlen werden kann.

20. — Einteilung der Schachtscheibe. Eine für Gestellförderungen sehr wichtige Größe für die Einteilung der Schachtscheibe ist der Grundriß des Förderwagens der Grube, der für die Bemessung des Fördergestell-

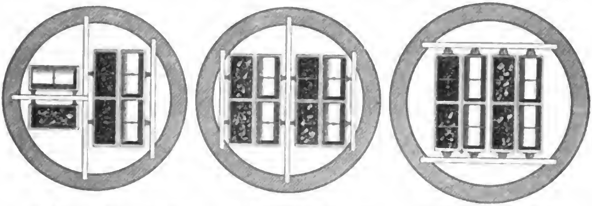


Abb. 281[1]. Haupt- u. Nebenförderung, Seitenführung, Schachtdurchmesser 5,00 m. Abb. 282. Lange Förderkörbe, Seitenführung, Schachtdurchmesser 5,00 m. Abb. 283[2]. Lange Förderkörbe, Kopfführung, Schachtdurchmesser 5,50 m.

Lage der Fördertrumme in runden Schachtscheiben (Doppelförderung).

grundrisses und damit der Fördertrumme ausschlaggebend ist. Eine bereits in Betrieb befindliche Grube muß bei der Schachteinteilung auf die vorhandene Wagenform Rücksicht nehmen, bei einer Neuanlage muß man umgekehrt für die Wahl der Wagenform auch die Schachteinteilung berücksichtigen. Bei Gefäßförderungen ist man von der Rücksicht auf den Förderwagen unabhängig.

Von den zahlreichen Möglichkeiten, die sich nach diesen Erwägungen für die Schachtscheibe ergeben, ist durch Ausproben diejenige zu ermitteln, bei welcher der Querschnitt des Schachtes am besten ausgenutzt wird. Dabei ist auch zu bedenken, wie die Fördertrumme die zweckmäßigste Lage in bezug auf die Verhältnisse an der Erdoberfläche und in bezug auf die Hauptförderwege in der Grube erhalten und welche Lage der einzelnen Trumme zueinander als die vorteilhafteste erscheint. U. a. ist bei Gestellförderungen auch darauf zu achten, daß nach Möglichkeit die Bedienung der Fördergestelle durch Durchschieben der Wagen erfolgen kann, was besonders bei langen und schmalen Fördergestellen von Wichtigkeit ist. Zwei Förderungen in einem und demselben Schachte werden aus diesem Grunde meist parallel zueinander gelegt.

[1]) S. den auf S. 288 in Anm. [2]) angeführten Aufsatz von Stegemann, S. 1008.

[2]) S. den in Anm. [1]) genannten Aufsatz, S. 1006.

Digitized by Google

Für Förderwagen von 1,5 m Länge und 0,75 m Breite berechnet Stegemann[1]) die erforderlichen Schacht-Mindestdurchmesser, wie folgt:

Führung der Förderkörbe		Zahl und Aufstellung der Wagen auf den Förderkörben		
		1	2 nebeneinander	2 hintereinander
		Schachtdurchmesser in mm		
zweiseitige Führung	Kopfführung	2940	4200	4180
	Seitenführung	3290	4745	4265
einseitige Führung (nach Briart)	2 Einstriche	3040	4470	4075
	1 Mitteleinstrich	2915	4335	3880

21. — **Größe des Querschnitts.** Je teurer ein Schacht wird, um so eher pflegt man große Durchmesser zu wählen, um die Schachtscheibe möglichst günstig ausnutzen und insbesondere zwei Fördereinrichtungen in ihr anordnen zu können. Denn ein Schacht von großem Querschnitt wird bei nicht zu ungünstigen Gebirgsverhältnissen billiger und ergibt außerdem ganz bedeutend geringere Reibungsverluste für den Wetterzug als zwei Schächte von geringem Durchmesser. Man findet daher neuerdings vielfach Schächte von 6—6,5 m lichtem Durchmesser. Häufig allerdings verhindern ungünstige Deckgebirgsverhältnisse das Niederbringen eines Schachtes in solcher Weite. Das bekannteste Beispiel für derartige Hindernisse ist der Schacht I der Zeche Rheinpreußen, der an seiner engsten Stelle nur 2,68 m lichte Weite besitzt und die Anordnung einer Weiche für die Fördergestelle an dieser Stelle notwendig gemacht hat. Für Nebenschächte, die für besondere Zwecke wie Bewetterung einzelner Feldesteile, Einförderung der Versatzmassen beim Abbau mit Spülversatz (s. unten) u. dgl. dienen, kommt man schon mit Durchmessern von 1—1,5 m aus. Solche Schächte sind in den letzten Jahren mehrfach niedergebracht worden. Ihre Herstellung kann einfach durch Bohrung erfolgen.

4. Schachtteufen.

22. — **Tiefste Schächte der Erde.** Gegenwärtig hat bereits eine Anzahl von Schächten die 1000 m-Linie überschritten. Unter den tiefsten Schächten finden wir viele in Ländern mit altem Bergbau, wo die in den oberen Teufen anstehenden Lagerstätten verhauen sind. Jedoch kann vielfach, wie im nördlichen und östlichen Teile des Ruhrbezirks und bei einer Anzahl deutscher Kalisalzbergwerke, die große Mächtigkeit des Deckgebirges auch für noch nicht lange betriebene Bergwerke bedeutende Schachtteufen erfordern. Obwohl beim Erzbergbau der Verhieb wesentlich langsamer erfolgt als beim Kohlenbergbau, finden wir doch auch Erzbergwerke mit sehr tiefen Schächten; es sind dies dann in der Regel Gruben mit sehr steil einfallenden Lagerstätten, bei denen der Abbau verhältnismäßig schnell in größere Teufen gelangt. Die überhaupt tiefsten Schächte sind sogar solche von Erzbergwerken (Kupferbergbau am Oberen See in Nordamerika).

[1]) S. den auf S. 288 in Anm. [2]) angeführten Aufsatz von Stegemann, S. 1002.

Digitized by Google

Einen Überblick über die tiefsten Schächte der Erde gibt nachstehende Zahlentafel:

Land	Name und Lage des Schachtes	seiger oder tonnlägig	seigere Teufe m
Deutschland	Morgenstern III (Zwickau). . . .	seiger	1082
	Westfalen (Ahlen a. d. Lippe) . . .	"	1035
	Werne (Werne a. d. Lippe)	"	1000
	Hermann I (Bork i. W.)	"	970
	Kaiser Wilhelm II. (Clausthal) . .	"	902
	Volkenroda (Kalibergwerk, Menterode)	"	1001
	Siegfried I (Kalibergwerk, Einbeck)	"	927
	Gerhard (Saarbezirk)	"	750
Nordamerika	Tamarac V	tonnlägig	1606[1])
(Oberer See)	Red Jacket	seiger	1490[1])
Südafrika	City and Village („Rand"-Bergbau)	"	1220[2])
Australien	Lancells (Bendigo-Grube)	"	1311
Belgien	Ste. Henriette (Grube Produits bei Flénu)	"	1200
Österreich	Adalbert (Příbram).	"	1201
Frankreich	Ronchamp (Vogesen)	"	1020
England	New Moss (Manchester)	"	861[3])

B. Ausrichtung vom Schachte aus.

a) Sohlenbildung.

23. — Grund der Sohlenbildung. Handelt es sich, wie gewöhnlich im Steinkohlenbergbau, um mehrere flachliegende Lagerstätten übereinander oder um geneigte Lagerstätten, so wird eine Zerlegung des ganzen Gebirgskörpers in einzelne Höhenabschnitte (Sohlen) erforderlich, die Abbau und Förderung in zweckmäßige Unterabschnitte zu teilen gestatten und in der Reihenfolge von oben nach unten abgebaut werden.

24. — Sohlenbildung nach Flözen. Die einfachste Art der Sohlenbildung ist bei ganz flacher oder nur ganz schwach und sehr regelmäßig geneigter Lagerung gegeben, wie sie in Deutschland nur selten (vorzugsweise in Oberschlesien), in England und Nordamerika dagegen als Regel auftritt. Man kann hier das Flöz als eine Sohle für sich benutzen, so daß alle Förder-, Fahr- und Wetterwege im Flöze hergestellt und Gesteinsarbeiten, abgesehen von dem etwa erforderlichen Nachreißen der einzelnen Strecken auf die ausreichende Höhe, gänzlich vermieden werden. Nach Beendigung des Abbaues in diesem Flöze wird von dem mittlerweile abgeteuften Schachte aus in dem nächsten bauwürdigen Flöze eine neue Sohle „gefaßt" usw.

[1]) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes. 1910, S. 315; Ebeling: Das Berg- und Hüttenwesen in den Kupferbezirken am Oberen See.

[2]) Transact. North of Engl. Min. & Mech. Eng. 1912/13, Bd. 63, S. 77; Brown: Electrically-driven winding engines in South Africa.

[3]) Höhere Zahlen im Schrifttum beziehen sich auf die tiefsten Grubenbaue in England.

Digitized by Google

Diese Sohlenbildung bietet den Vorteil, daß die Mineralgewinnung sofort beginnen kann und die Kosten der Ausrichtung auf ein Mindestmaß herabgedrückt werden, auch die Förderteufe im Schachte in den geringstmöglichen Stufen zunimmt. Jedoch stehen ihr bei einigermaßen druckhaftem Han-

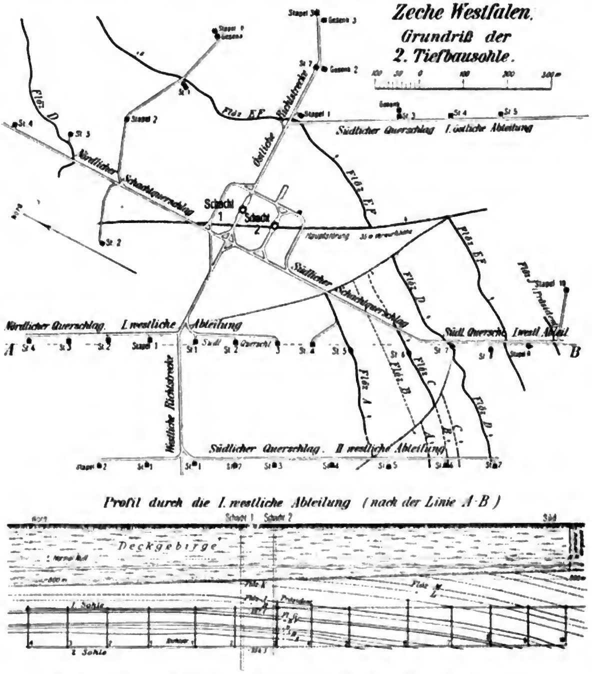


Abb. 284. Ausrichtung der Zeche Westfalen bei Ahlen im Grundriß und Profil.

genden und bei längerer Dauer des Abbaues eines Flözes, d. h. bei großer Flözmächtigkeit oder bei größerem Umfange des Baufeldes infolge hoher Schachtkosten, auch gewichtige Bedenken entgegen. Da mit dem fortschreitenden Abbau der Gebirgsdruck immer mehr entfesselt wird, so gestaltet sich die Aufrechterhaltung der erforderlichen Strecken immer teurer, so daß bald die erzielten Ersparnisse an Anlagekosten durch die laufenden Unterhaltungskosten reichlich aufgewogen werden. Dazu kommen die Nachteile für die Bewetterung der Baue. Der frische Strom hat fortgesetzt, ehe er an seinen

Digitized by Google

Bestimmungsort gelangt, Gelegenheit, durch Berührung mit den Kohlenstößen sich mit schädlichen Gasen zu beladen; Ein- und Ausziehströme begegnen sich in derselben Ebene, so daß die Bildung von Wetterabteilungen erschwert wird und an vielen Stellen die nicht gerade günstigen Wetterbrücken einzurichten sind.

In weitaus stärkerem Maße aber machen diese Übelstände sich geltend, wenn die Schichtenlagerung nicht völlig söhlig, sondern unregelmäßig, d. h. flach wellenförmig, und die durchschnittliche Flözmächtigkeit nur gering ist. Das Auffahren von Flözstrecken erfordert dann, wenn in der Grundrißebene die geradlinige Richtung innegehalten werden soll, einen fortwährenden Wechsel des Gefälles; sollen die Strecken außerdem auch söhlig oder mit gleichmäßigem Ansteigen geführt werden, so wird ein häufiges Nachreißen des Nebengesteins, vielfach in bedeutendem Maße, erforderlich. Bei wechselndem Gefälle (im ersten Falle) ergeben sich dann erhebliche Förder- und Bewetterungschwierigkeiten; Nachreißen des Nebengesteins aber (im zweiten Falle) ist teuer und bringt die Strecken in starken Druck durch das über oder unter ihnen anstehende Flöz. Soll dagegen eine dritte Möglichkeit ausgenutzt und mit gleichbleibendem Ansteigen aufgefahren werden, so müssen die flachen Sättel und Mulden fortgesetzt mit zahlreichen Streckenbiegungen umfahren werden. Außerdem können beim Abbau durch unvermutete Wasseranzapfungen erhebliche Schwierigkeiten und Gefahren entstehen, indem die Wasser in den flachen Mulden sich sammeln und so die dahinter arbeitenden Leute durch „Wassersäcke" absperren können.

25. — Sohlen im Gestein. Daher ist es bei solchen Lagerungsverhältnissen im Flözbergbau vorzuziehen, eine Sohle mit ihren verschiedenen Fahr- und Wetterwegen vollständig im Gestein herzustellen und von ihr aus die Lagerstätten durch kleine seigere „Aufbrüche" zu lösen. Abb. 284 veranschaulicht eine solche Ausrichtung für einen flachen Sattel. Durch die verschiedenen Querschläge und Richtstrecken ist unterhalb der zu lösenden Flözgruppe ein Netz von Gesteinstrecken gebildet worden, von denen aus die Flöze durch eine größere Anzahl von Aufbrüchen (hier „Stapel" genannt, vgl. unten, Ziff. 35) gelöst worden sind, die 100—130 m Abstand haben und jeweils durch fortlaufende Nummern bezeichnet sind. Am Ostrande des Bildes hat man die hier unter die Sohle sich einsenkenden Flöze durch „Gesenke" gefaßt. Bei dieser Ausrichtung werden freilich die Anlagekosten durch die vielen Gesteinsarbeiten wesentlich gesteigert, nicht nur wegen der größeren Härte des Nebengesteins im Vergleich zur Kohle, sondern auch wegen des Fortfalls der lohnenden Mineralgewinnung bei diesen Arbeiten. Dafür aber verringern sich die laufenden Unterhaltungskosten verhältnismäßig viel bedeutender, so daß die Benutzung einer Gesteinsohle auf die Dauer wesentlich billiger wird, zumal wenn mit einer solchen Sohle sich mehrere, nahe benachbarte Flöze fassen lassen oder gleichzeitig auch Unterwerksbau (s. Ziff. 27) getrieben wird und infolgedessen die einmaligen Ausgaben sich auf eine größere Kohlenmenge verteilen.

26. — Sohlenabstände. Für die richtige Wahl der Höhenabstände der Sohlen sind besonders wichtig die Rücksicht auf die mit einer Sohle zu erschließende Mineralienmenge einerseits und die Rücksicht auf die

Digitized by Google

Kosten der verschiedenen Sohlenstrecken und Querschläge, Bremsberge, Aufbrüche usw. sowie auf die Förderung zur Sohle und im Schachte anderseits. Es handelt sich darum, einen Sohlenabstand zu finden, bei dem die Anlagekosten[1]) für die Förder-, Fahr- und Wetterwege auf und über der Sohle durch die auf die Sohle entfallende Fördermenge reichlich gedeckt werden, anderseits aber noch keine zu große Rückförderung — abwärts zur Sohle, aufwärts im Schachte — entsteht. Daher wirkt großer Mineralreichtum oder eine Zusammendrängung der Lagerstätten in der Nähe des Schachtes, die die Ausdehnung der Ausrichtungs- und Förderwege herabdrückt, auf Verringerung der Sohlenabstände. Wird aber eine neue Sohle zu tief unter der alten gefaßt, so wird die Rückförderung und die Verteuerung und Verzögerung der Schachtförderung zu groß. Nach Möglichkeit sollte auch das Füllort in druckfreies Gebirge gelegt werden.

Deutlich veranschaulicht werden diese verschiedenartigen Verhältnisse durch die Gegensätze zwischen der Gas- und Magerkohlengruppe des Ruhrbezirks. In der Gaskohlengruppe treten verhältnismäßig mächtige Flöze in dichter Aufeinanderfolge in mildem Nebengestein bei vorwiegend flacher Lagerung auf, während die Magerkohlengruppe durch spärliche, großenteils dünne Flöze, feste Gesteinschichten und überwiegend mittleres und steiles Einfallen gekennzeichnet ist. In der Gaskohlengruppe vereinigen sich also alle Bedingungen, die auf geringe, in der Magerkohlengruppe alle Bedingungen, die auf große Sohlenabstände hinweisen.

In Berücksichtigung dieser verschiedenartigen Erwägungen herrschen z. B. im Ruhrkohlenbezirk Sohlenabstände von 80—100 m vor, doch werden bei flacher Lagerung Abstände von 40—50 m, bei steiler solche von 130—150 m bevorzugt. Neuerdings werden jedoch die Sohlenabstände vielfach größer genommen, da die Kohlengewinnung rascher als früher vor sich geht, die Gesteinsarbeiten für das Sohlennetz umfangreicher als früher geworden sind, die Standdauer der Ausrichtungsbetriebe infolge ihrer Verlegung in das Nebengestein und infolge der Verbesserungen im Ausbau größer geworden ist und die verbesserten maschinellen Hilfsmittel die Förderung über der Sohle sowie aus Unterwerksbauen verbilligen.

27. — Unterwerksbau. Während bei der üblichen Ausrichtung der Betrieb oberhalb der Sohle umgeht und die gewonnenen Mineralien auf diese herabgefördert werden, um dann auf der Sohle zum Schachte zu gelangen, findet beim Unterwerksbau die Gewinnung unterhalb der Fördersohle statt, so daß das Fördergut zu dieser herauf gefördert werden muß.

Diese Art des Betriebes beschränkte sich früher durchweg auf solche Fälle, in denen eine Ausrichtung von Flözstücken in der üblichen Weise von unten her unverhältnismäßig kostspielig geworden wäre, wie das Abb. 285 veranschaulicht. Diese zeigt bei *a* eine Flözgruppe in der Nähe der Markscheide, deren Ausrichtung von der unteren Sohle aus zu einem sehr langen

[1]) Die Unterhaltungskosten der Sohlenbaue sind heute, wo meist mit Bergeversatz abgebaut wird und daher der Druck nach einiger Zeit zur Ruhe zu kommen pflegt und wo man außerdem durch Verlegung der Hauptförderung in festes Liegendgestein und durch die Ausbildung des nachgiebigen Ausbaues die Wirkungen des Gebirgsdrucks erheblich abgeschwächt hat, nicht mehr von der früheren Bedeutung.

Digitized by Google

Querschlage nebst einem Aufbruch nötigen würde, bei *b* eine flache Mulde, deren Tiefstes dicht unter der oberen, also in größerem Abstande von der unteren Sohle liegt, bei *c* ein durch eine Verwerfung in geringer Tiefe unter der oberen Sohle abgeschnittenes Flözstück.

Neuerdings aber sind verschiedene Zechen dazu übergegangen, den Unterwerksbau gleichzeitig mit dem Oberwerksbau planmäßig zu betreiben, d. h. die Fördersohle nicht mehr an die untere Grenze der Abbaubetriebe, sondern mehr nach deren Mitte zu legen[1]). Infolge des gleichzeitigen Abbaues oberhalb und unterhalb der Sohle wird dann ein größerer Sohlenabstand ermöglicht, wie Abb. 286 erkennen läßt, in der das oberste Viertel oberhalb der IV. Sohle (III. Teilsohle, 30 m seiger) mittels Unterwerksbaues von der III. Sohle aus gewonnen wird und daher unter diesem Unterwerksbau noch eine Seigerhöhe von 90 m bis zur IV. Sohle gleich dem Sohlenabstande zwischen der II. und III. Sohle belassen werden konnte.

Da auf diese Weise die Lebensdauer einer Sohle bei einer und derselben Förderleistung entsprechend gesteigert werden kann, so eignet der planmäßige

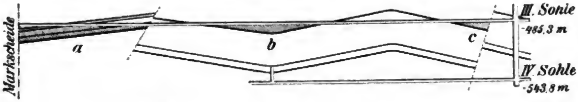


Abb. 285. Beispiele für gelegentlichen Unterwerksbau.

Unterwerksbau sich besonders für Gruben, die trotz geringen Kohlenreichtums hohe Förderleistungen anstreben und bei ausschließlicher Anwendung des Oberwerksbaues nur durch sehr große Sohlenabstände oder durch gleichzeitigen Betrieb über mehreren Sohlen die erforderliche Zahl von Gewinnungspunkten würden erhalten können.

Aber auch für Gruben mit reicher Ablagerung verspricht der Unterwerksbau heute in vielen Fällen Vorteile. Denn die Bedeutung der Hereinförderung von Bergen tritt neben der Herausförderung von Kohlen heute mehr und mehr hervor und verbilligt den Unterwerksbau, während sie den Oberwerksbau vielfach belästigt und verteuert. Außerdem ist die Haspelförderung heute an sich wesentlich billiger als früher infolge der Fortschritte des Maschinenbaues und der Verbilligung der Krafterzeugung. Anderseits sind infolge des Abbaues mit Bergeversatz die früheren Nachteile des Unterwerksbaues — schwierigere Bewetterung, Gefährdung der Betriebe über der tieferen Sohle durch Standwasser — heute fast ganz verschwunden. Ja, die Schlagwettergefahr, die bekanntlich in den schwebenden Vorrichtungsbetrieben am größten ist, wird im Unterwerksbau wesentlich geringer, da alle im Einfallen zu treibenden Vorrichtungstrecken hier abfallende Betriebe sind. Dieser Gesichtspunkt ist auf schlagwettergefährlichen Gruben sogar

[1]) Sammelwerk Bd. II, S. 29 u. f. — Glückauf 1912, Nr. 15, S. 581 u. f.; Westermann: Die Wirtschaftlichkeit und Zweckmäßigkeit des Unterwerksbaues usw.

Digitized by Google

wesentlich für die Einführung des Unterwerksbaues gewesen[1]). Bei Fallwinkeln von 15—20° und darüber wird auch der Gebirgsdruck in den Bauen oberhalb der Sohle günstig beeinflußt, da das Hangende auf dem rasch zusammengepreßten Bergeversatz des Unterwerksbaues eine feste Stütze findet, wodurch seine Neigung zum „Abschieben" in der Fallrichtung verringert wird.

In Flözen von geringer Mächtigkeit, also geringem Bedarf an „fremden" Bergen, treten die Vorteile der Bremsberg- und Bremsschachtförderung im Vergleich mit der Haspelförderung stärker hervor, diejenigen des Unterwerksbaues also zurück. In wasserreichem Gebirge macht sich als Nachteil des

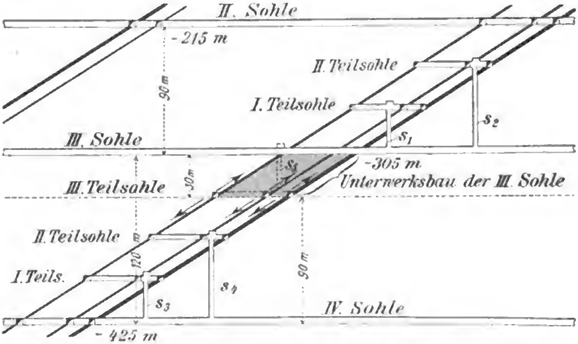


Abb. 286. Vergrößerung des Sohlenabstandes durch planmäßigen Unterwerksbau.

Unterwerksbaues die zersplitterte und daher kostspielige Wasserhaltung und die Gefährdung der Leute durch unerwartet erschrotene Wasserzuflüsse geltend. Doch treten diese Schwierigkeiten bei dem planmäßigen Unterwerksbau weniger in die Erscheinung als bei dem gelegentlichen Unterwerksbau nach Abb. 285, da ersterer als „gelöster", d. h. als ein mit der nächsttieferen Sohle durchschlägig gemachter, Unterwerksbau betrieben werden kann (vgl. Abb. 286) und dann die Abführung der Wasser zur unteren Sohle gestattet.

Auf die Schachtförderung wirkt der Unterwerksbau insofern günstig zurück, als er die Vereinigung der Förderung auf einer Sohle ermöglicht. Dieser Vorteil tritt besonders bei der Treibscheibenförderung hervor, die ein „Umstecken" von einer zur anderen Sohle nicht gestattet.

Im Ruhrkohlenbezirk wurden im Jahre 1912 bereits rd. 11% der gesamten Kohlenförderung durch Unterwerksbau geliefert, und zwar entfiel etwa die Hälfte dieser Fördermenge auf „gelöste" Unterwerksbaue[2]).

[1]) S. den auf S. 295 in Anm. [1]) angeführten Aufsatz von Westermann, S. 634.

[2]) S. den in Anm. [1]) genannten Aufsatz, Nr. 14, S. 546.

Digitized by Google

28. — Wettersohlen. In schlagwetterführenden Steinkohlenbergwerken mit Deckgebirge nimmt die erste Wettersohle eine besondere Stellung ein. Da nämlich in Schlagwettergruben der Wetterstrom in der Regel aufwärts geführt wird und das Deckgebirge die einfache Abführung der aufsteigenden Wetterströme durch Tagesüberhauen verhindert, so muß für die erste Fördersohle eine besondere Wettersohle geschaffen werden Ist das Deckgebirge wasserführend und muß daher unter ihm ein gewisser Sicherheitspfeiler (z. B. der Mergelsicherheitspfeiler in Westfalen) anstehen gelassen werden, so ist dieser beim Auffahren der Wettersohlenstrecken und -querschläge zu beachten. Die im Ruhrbezirk gebräuchliche Anlage einer solchen Wettersohle zeigt Abb. 287. In dieser kommt noch das flach-nördliche Einsenken der Mergelsohle zur Geltung, das ein Höherlegen der südlichen Wettersohle zur Folge gehabt hat, weil man bei gleicher Höhe der Wettersohle nach Süden und Norden hin im Süden zu große flache Bauhöhen über der Wettersohle, also mit abfallender Bewetterung, erhalten haben würde.

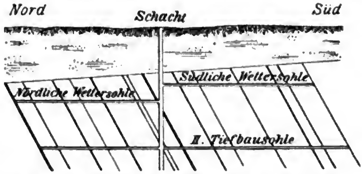


Abb. 287. Wettersohle unter dem Mergel in Westfalen.

Ist das Grubenfeld in querschlägiger Richtung langgestreckt oder steht aus irgendwelchen Gründen der Schacht ziemlich weit nach der südlichen Feldesgrenze hin, so kann auch ein nochmaliges Absetzen des nördlichen Wetterquerschlags zweckmäßig werden. Notwendig wird ein solches dort, wo Verwerfungen im Deckgebirge auftreten.

Ist das Deckgebirge wasserfrei oder besteht es wenigstens in seinem unteren Teile aus wassertragenden Schichten, so braucht auf einen Sicherheitspfeiler keine Rücksicht genommen zu werden. Man kann dann sogar bei genügender Festigkeit dieser unteren Schichten die querschlägigen und streichenden Wetterstrecken im Deckgebirge selbst oder unmittelbar unterhalb desselben, also mit Bloßlegung des Deckgebirges in der Firste, auffahren.

Die Frage der späteren Wettersohlen beantwortet sich ohne weiteres dahin, daß jede Fördersohle später Wettersohle für die nächstfolgende Fördersohle wird.

b) Die Ausrichtung auf den einzelnen Sohlen.

29. — Ausrichtung durch Querschläge. Die Ausrichtung durch Querschläge (auch „Querstrecken", „Querlinien", „Quergänge" genannt) ist, nachdem eine Sohle gefaßt ist, das gegebene Hilfsmittel. Man unterscheidet zunächst die Hauptquerschläge, die, vom Schachte ausgehend, die sämtlichen Lagerstätten durchörtern. Sie können gewissermaßen als söhlige Fortsetzung der Schächte angesehen werden und haben daher dieselben mannigfachen Aufgaben wie diese zu erfüllen; insbesondere sind sie die Hauptförder-, -anfahr- und- wetterwege, auch haben sie die Wasserabführung zu vermitteln.

Auf den meisten Steinkohlengruben findet außerdem eine mehrfache weitere Ausrichtung aller Flöze oder bestimmter Flözgruppen durch Abteilungsquerschläge statt, die aber im übrigen zu den Vorrichtungsbauen gerechnet werden sollen, da sie eine Unterteilung des Baufeldes bezwecken.

Verworfene Lagerstättenteile werden durch „Lösungsquerschläge“ ausgerichtet.

30. — Ausrichtung durch blinde Schächte. Soweit die Ausrichtung durch Querschläge nicht genügt, muß sie durch Herstellung von Blindschächten ergänzt werden. Als blinde Schächte werden alle seigeren Schächte bezeichnet, die nicht zutage ausgehen. Je nach Art der Herstellung und Zweck werden sie auch „Aufbrüche“, „Gesenke“ und „Stapelschächte“ genannt. Aufbrüche werden von unten herauf, Gesenke von oben herab ausgebrochen; Stapelschächte dienen dazu, Lagerstättengruppen zusammenzufassen. Tiefe und Wichtigkeit der einzelnen Blindschächte können sehr verschieden sein.

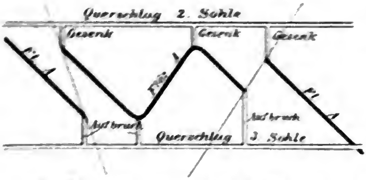


Abb. 288. Lösung von nicht bis zur Sohle reichenden Flözteilen durch blinde Schächte.

Die bedeutendsten blinden Schächte sind solche, die bei früherer Stollenausrichtung von einer Stollensohle aus abgeteuft sind und die Gesamtförderung der Grube dem Stollen zuzuheben haben; sie sind als Hauptschächte ausgebaut. Andere blinde Schächte verbinden zwei Fördersohlen miteinander und dienen dann meistens zur Entlastung eines durch die Förderung stark in Anspruch genommenen Hauptförderschachtes. Sie werden z. B., wie in Abb. 292 auf S. 303 zwischen der IV. und V. Sohle, in der Nähe des Hauptschachtes niedergebracht, um diesen durch Unterfahrung und Hochbrechen von der Unterfahrungstrecke aus um eine Sohle vertiefen zu können. Solche Hilfschächte können gleichzeitig zur Aus- und Vorrichtung der tieferen Sohle nutzbar gemacht und später, wenn diese Sohle zur Hauptfördersohle geworden ist, zum Abbremsen der letzten Fördermengen der oberen Sohle auf die nunmehrige Hauptsohle ausgenutzt werden.

Kleine Aufbrüche oder Gesenke ergeben sich aus der Notwendigkeit, Lagerstättenteile, die infolge einer Mulden- oder Sattelbildung oder infolge einer Gebirgstörung oder der Lage zur Markscheide nicht bis zur unteren oder oberen Sohle durchsetzen, zum Zwecke der Förderung mit der unteren oder zum Zwecke der Wetterabführung mit der oberen Sohle zu verbinden (Abb. 288). Besonders wichtig werden solche Blindschächte, wenn infolge flachwelliger Lagerung ganze Flözgruppen zwischen zwei Sohlen bleiben und somit sowohl kleine Förder- als auch kleine Wetterschächte erfordern.

Digitized by Google

II. Vorrichtung.

31. — Vorbemerkung. Die Vorrichtung ist besonders für den Flözbergbau wichtig, der infolge der Regelmäßigkeit der Ablagerung eine planmäßige Unterteilung des Baufeldes gestattet und erfordert. Sie ist in Schlagwettergruben mit besonderer Vorsicht zu betreiben, da die Vorrichtungsbaue zunächst noch keine Wetterverbindung mit der höheren Sohle haben und überdies in noch nicht entgasten Flözen umgehen.

a) Bauabteilungen.

32. — Bedeutung der Bauabteilungen bei Bremsbergförderung. Die Zerlegung der Flöze in Bauabteilungen, deren jede durch einen beson-

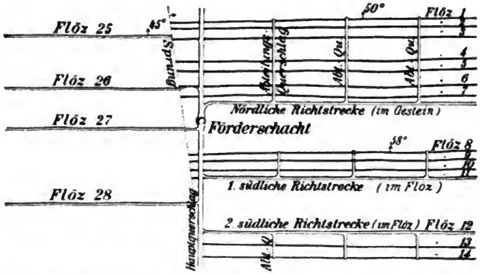


Abb. 289. Verschiedene Ausrichtung in einem festen, flözarmen (links) und einem druckhaften, flözreichen (rechts) Gebirgsmittel.

deren Lösungsquerschlag, den „Abteilungsquerschlag", in der Nähe der Bremsberge mit einer Hauptförderstrecke verbunden wird (Abb. 289 rechts), hat ihre Hauptbedeutung für den Fall, daß eine größere Anzahl von Flözen in großer streichender Länge abzubauen ist. Besonders wichtig ist die Bildung solcher Abteilungen, wenn das Gebirge druckhaft oder zur ausreichenden Bekämpfung der Gasentwickelung eine weitergehende Teilung des Wetterstromes anzustreben ist, wie das in schlagwetterführenden Steinkohlengruben der Fall ist. Man erhöht durch eine derartige Zerlegung in einzelne Bauabschnitte mit gleichzeitigem Abbau die Zahl der Gewinnungspunkte, vermeidet die Unterhaltung einer größeren Anzahl von Flözförderstrecken, die entsprechende Ausgaben für Gestänge und Oberbau bedingen und durch den benachbarten Abbau stark in Druck kommen, und beschränkt die Wetterwege in den Flözen und damit die Wärme- und Gasaufnahme der Wetter auf ihren Wegen auf ein Mindestmaß. Ferner fällt die störende Einwirkung der Strecken- auf die Bremsbergförderung und umgekehrt fort. Der Gebirgsdruck in den Grundstrecken ist nicht von Bedeutung, da zwischen Bremsberg und Abteilungsquerschlag nur ein kurzes Streckenstück liegt.

Digitized by Google

Die Zahl der bei geneigter Lagerung von einem Abteilungsquerschlage zu lösenden Flöze, also die Länge der Abteilungsquerschläge oder, was auf dasselbe hinauskommt, die Zahl der Hauptförderstrecken, hängt von der Verteilung der Flöze im Gebirge sowie von dem Gebirgsdruck in den einzelnen Flözgrundstrecken ab.

Bei annähernd gleichmäßiger Verteilung der Flöze (Flözgruppe 1—7 in Abb. 289) kann die ganze Flözgruppe durch je einen Abteilungsquerschlag gelöst werden, so daß für diesen Feldesteil auch eine einzige Richtstrecke genügt. Treten dagegen die Flöze in deutlich getrennten Gruppen auf, so würden durchgehende Abteilungsquerschläge zu starke flözleere Mittel durchörtern müssen und daher unverhältnismäßig teuer ausfallen. Man zieht deshalb in solchen Fällen (Flözgruppen 8—11 und 12—14 in Abb. 289) die Lösung jeder Flözgruppe durch eine besondere Richtstrecke mit zugehörigen Abteilungsquerschlägen vor. Zu dieser Art der Vorrichtung wird man bei zweiflügeligem Bremsbergbetrieb um so eher übergehen, je druckhafter oder brandgefährlicher die einzelnen Flöze sind, weil dann wegen der erforderlichen Verkürzung der Baulängen der einzelnen Bremsbergfelder die Abteilungsquerschläge in geringeren Abständen aufgefahren werden müssen, also ihre Zahl größer wird. Denn bei zweiflügeligem Verhieb der Bauabteilungen liegen der Regel nach die Abteilungsgrenzen mitten zwischen je zwei Abteilungsquerschlägen, so daß der Abstand der letzteren gleich der Länge der Bauabteilungen ist. Im Ruhrbezirk schwanken die Abstände der Querschläge im allgemeinen zwischen 300 und 600 m; doch kommen in besonders druckhaftem Gebirge auch Abteilungen von nur 200 m Länge vor.

Wird der Verhieb, wie das bei dem in Ziff. 94 (S. 352 u. f.) zu besprechenden Strebbau mit „Aufrollen“ der Bremsbergfelder der Fall ist, in der Weise geführt, daß der Bremsberg nicht dauernd in der Nähe des Abteilungsquerschlags verbleibt, sondern gewissermaßen mit dem Abbau wandert, so ändert sich das Verhältnis zwischen Bauabteilungen und Abteilungsquerschlägen insofern, als man bei der Bemessung des Abstandes der letzteren nicht mehr auf die zweckmäßigste Länge der Bauabteilungen Rücksicht zu nehmen braucht. Denn die jedesmalige größte Länge eines Bremsbergflügels kann dann ganz den jeweiligen Gebirgs- und Förderverhältnissen angepaßt werden. Jedoch bleibt die Bedeutung der Abteilungsquerschläge hinsichtlich der Schaffung von Angriffspunkten und hinsichtlich der Förderung und Wetterführung bestehen.

Ist dagegen die streichende Gesamtbaulänge geringer, die Grubengasentwickelung unbedeutend und das Nebengestein fest, so kann gemäß Abb. 289 links von der Bildung von Abteilungen abgesehen werden, weil dann die Verschlechterung der Wetter bis zur Erreichung der Baue keine große Rolle spielt und die Offenhaltung größerer Wechsel am Fuße der Bremsberge zwecks Ermöglichung der gleichzeitigen Streckenförderung an den Bremsbergen vorbei keine Schwierigkeiten macht. Besonders gilt das dann, wenn (s. d. Abbildung) die Zahl der Flöze nur gering ist und sie nicht in ausgesprochenen Gruppen auftreten. Denn bei solcher Lagerung werden Abteilungsquerschläge verhältnismäßig teuer.

33. — Besonderheiten der Abteilungsbildung bei flacher Lagerung. Auch bei flacher Lagerung ist, falls die Lagerstätten in größerer Zahl vor-

Digitized by Google

handen sind, die Bildung von Bauabteilungen vorteilhaft, da die etwas größere Länge der Abteilungsquerschläge für die einzelnen Flözgruppen durch den größeren Kohlenreichtum, der auf sie entfällt, reichlich aufgewogen wird. Jedoch genügt dann die Zerlegung in einzelne Bauabschnitte nach dem Streichen noch nicht, sie muß vielmehr durch Zerlegung nach dem Einfallen ergänzt werden. Diesem Zweck dient die Bildung von Teilsohlen, die durch blinde Schächte mit den Abteilungsquerschlägen in kürzeste Verbindung gesetzt werden, wie das in großem Maßstabe durch Abb. 284 auf S. 292 veranschaulicht wird. Wenn, wie in dieser Abbildung, das Einfallen vom Schachte weg gerichtet ist, so wird dadurch gleichzeitig eine erhebliche Verkürzung der Förderwege zwischen Abbau und Hauptsohle erreicht. Aber auch im Falle des Einfallens nach dem Schachte hin, wo der diagonale, also kürzeste Förderweg im Flöze durch den gebrochenen Förderweg durch Aufbruch und Querschlag ersetzt und so verlängert wird, ist diese Vorrichtung vorteilhaft. Denn sie schafft in jedem Falle zahlreiche Angriffspunkte und ermöglicht dadurch einen beschleunigten Verhieb. Sie ersetzt ferner die in der Anlage, Unterhaltung und Förderung teuren Transportbremsberge durch die wesentlich kürzeren und billigeren Aufbrüche, die auch wegen der größeren Fördergeschwindigkeit, die sie gestatten, und wegen der sicheren Führung der Fördergestelle höhere Förderleistungen ermöglichen und sich namentlich auch für die Bergeförderung besser eignen. Auch werden die Wetterwege abgekürzt, wodurch Erwärmung und Gasaufnahme im frischen Wetterstrom vermieden werden. Bei Durchführung der Aufbrüche bis zur oberen Sohle fällt auch die Unterhaltung der Wetterüberhauen für die ausziehenden Teilströme fort.

Die Vorteile der Lösung durch Blindschächte treten besonders dann hervor, wenn ihre Anlagekosten sich auf eine größere Flözgruppe verteilen und im Sohlenquerschlage eine maschinelle Förderung mit Seil ohne Ende betrieben wird, der die Anschläger am Fuße der Blindschächte die vollen Wagen unmittelbar übergeben können.

Eine weitgehende Unterteilung der flachen Abbauhöhen ergibt sich bei dem auf Zeche Westfalen angewandten Stapelbau[1]). Hier hat man, wie das Profil in Abb. 284 auf S. 292 erkennen läßt, die Stapelschächte, über den ganzen Sohlenabstand durchgehend, in geringen Abständen hergestellt, so daß jeder Bauabschnitt einem Schüttelrutschenstoß (vgl. Ziff. 104) entspricht. Von jedem Stapel aus wird immer nur 1 Flöz gebaut, und zwar ist der eine Stapel unter, der nächste über diesem Flöz söhlig abgeschlossen, so daß jeder Stapel in seiner unteren Hälfte für die Kohlenförderung und den Einziehstrom, in seiner oberen für die Bergeförderung und den Ausziehstrom dient. Auf diese Weise werden zahlreiche Angriffspunkte geschaffen, die eine rasche Steigerung der Förderung ermöglichen, und außerdem ergeben sich kurze und kräftige Wetterströme, die in warmen Gruben der Kühlwirkung wegen wichtig sind.

Bei fast söhliger Lagerung können, wie z. T. schon aus dem Grundriß der Abb. 284 ersichtlich ist, entweder die Abteilungsquerschläge oder die besonderen Förder-Richtstrecken fortfallen. Das Grubenfeld wird dann zunächst

[1]) Glückauf 1914, Nr. 12, S. 467: Stapelbau auf der Zeche Westfalen.

Digitized by Google

durch einen Hauptquerschlag und durch eine Hauptrichtstrecke unterteilt, und die weitere Lösung erfolgt durch Gesteinstrecken, deren Richtung den Feldesgrenzen angepaßt ist, und durch die in entsprechenden Abständen von ihnen aus hochgebrochenen Blindschächte.

34. — Bedeutung der Bauabteilungen beim Rutschenbau. Die mit geschlossenem Bergeversatz rasch zu Felde gehenden Abbauverfahren gemäß Ziff. 103 u. f., bei denen die Förderung unmittelbar vor dem Abbaustoß durch Rutschen, Schüttelrinnen u. dgl. erfolgt, ermöglichen die Gewinnung großer Fördermengen in jedem Abbauflügel und gestatten daher, mit einer geringeren Zahl von gleichzeitig in Verhieb genommenen Flügeln auszukommen. Außerdem macht hier die Förderung in den Grund- und Teilsohlenstrecken weniger Schwierigkeiten, da wegen des raschen Verhiebs (30—50 m monatlich) diese Strecken nicht lange offengehalten zu werden brauchen

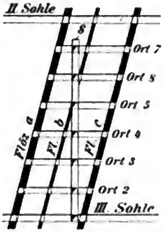


Abb. 290. Lösung einer kleinen Flözgruppe durch einen Stapelschacht.

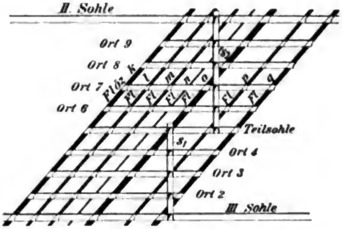


Abb. 291. Lösung einer größeren Flözgruppe durch einen abgesetzten Stapelschacht.

und zudem infolge der günstigen Einwirkung des Abbaues auf das Hangende der Gebirgsdruck in den Strecken sich rasch beruhigt. Dazu kommt, daß der einziehende Wetterstrom in den Grund- und Teilsohlenstrecken je nach der Art ihrer Auffahrung entweder auf beiden Seiten oder wenigstens auf einer Seite am Versatz entlang streicht, sich also nur wenig mit schädlichen Gasen beladen kann. Daher ist bei solchen Abbauverfahren die Bedeutung der Abteilungsquerschläge geringer, und ihr Abstand kann wesentlich größer gewählt werden.

b) Gruppenbau.

35. — Wesen und Bedeutung des Gruppenbaues. Wenn die Lagerstätten nicht gleichmäßig über das ganze Grubenfeld verteilt sind, sondern in einzelnen Gruppen auftreten, so empfiehlt sich die Zusammenfassung der Flöze jeder einzelnen Gruppe zu gemeinsamer Vorrichtung. Während also die Bildung von Bauabteilungen eine Gliederung im Streichen bedeutet, kann die Gruppenbildung als eine Gliederung in querschlägiger Richtung aufgefaßt werden.

Das Hauptanwendungsgebiet des Gruppenbaues sind die Gruben mit mittleren und steilem Einfallen. Bei flacher Lagerung werden die dabei

Digitized by Google

erforderlichen Ortsquerschläge zu lang; die Vorrichtung muß also in jedem Flöz gesondert erfolgen.

Bei diesem Vorrichtungsverfahren werden (vgl. Abb. 290 u. 291) die einzelnen Flözgruppen durch besondere blinde Schächte gelöst und von diesen aus durch Ortsquerschläge zusammengefaßt. Es fallen also die Bremsberge in den einzelnen Flözen fort, und die Förderung erfolgt gemeinsam durch die Ortsquerschläge und Blindschächte. Die letzteren werden nach einem englischen Ausdruck als „Stapelschächte“ (auch „Stappelschächte“) bezeichnet; das ganze Vorrichtungsverfahren wird danach auch „Stapelbau“ genannt.

Ein Bild von der Anwendung des Stapelbaues im großen gibt Abb. 292.

Die Förderung in den Aufbrüchen erfolgt, wenn nur wenige Flöze gelöst sind (Abb. 290), in der Regel eintrümmig, d. h. mit Gegengewicht, um von verschiedenen Zwischenanschlägen fördern zu können. Wird eine größere Flözgruppe gemeinsam abgebaut (Abb. 291), so kann man

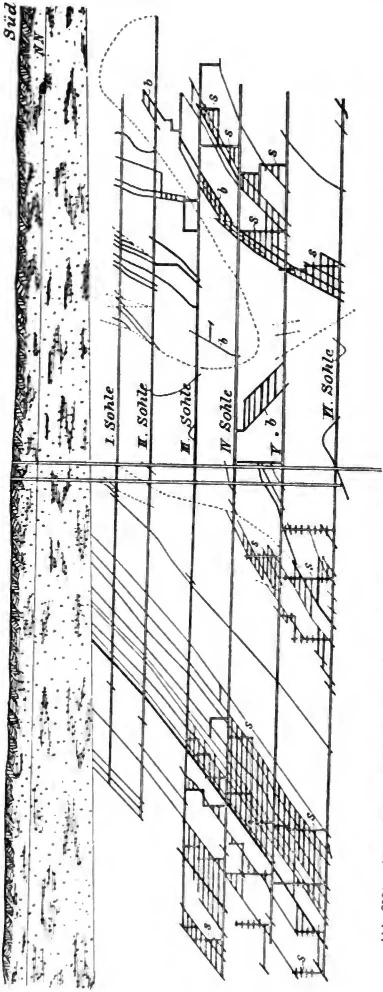


Abb. 292[1]). Querprofil durch die Hauptquerschläge der Zeche Consolidation bei Gelsenkirchen, mit Stapelschächten und Ortsquerschlägen.

[1]) Nach dem Sammelwerk, Bd. II, Taf. II.

über jedem Ortsquerschlag alle durch ihn gelösten Flöze gleichzeitig bauen, so daß jedesmal nur ein Anschlag benutzt wird und zweitrümmig gefördert werden kann (vgl. den Abschnitt über Bremsbergförderung in Bd. II). Im übrigen pflegt man stärker belastete Bremsschächte durch Einschalten einer Zwischensohle (Abb. 291, s. auch Abb. 292) zu teilen, um ihre Leistungsfähigkeit zu erhöhen.

Der Abstand der Stapelschächte in der Streichrichtung der Flöze entspricht ebenfalls wieder demjenigen der Abteilungsquerschläge.

Auf der Zeche Viktoria bei Lünen hat man neuerdings in größerem Umfange die Stapelschächte durch annähernd rechtwinklig zum Einfallen hergestellte Gesteinsbremsberge ersetzt[1]). Man will dadurch den Gebirgsdruck auf ein Mindestmaß herabdrücken, indem die Zimmerungen sowohl beim Setzen des Hangenden auf die Abbauräume als auch beim Abschieben des Gebirges in der Fallrichtung immer annähernd in der Bewegungsrichtung des Gebirges bleiben, also nicht einseitig beansprucht werden. Der Ausbau wird, da er in Rundholz-Türstöcken erfolgen kann, trotz der größeren Länge gegenüber einem Stapelschacht nicht teurer als der Kantholz-Rahmenausbau in diesem. Allerdings wird die Förderung, weil rollend betrieben, teurer und weniger leistungsfähig und betriebsicher als in Stapelschächten.

c) Die Vorrichtung in den einzelnen Flözen.

36. — Bedeutung und Umfang der Vorrichtungsarbeiten. Je nach dem Abbauverfahren und der Art der Abbauförderung gestaltet die Vor-

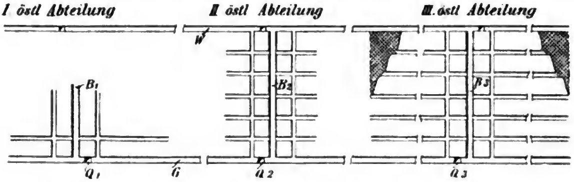


Abb. 293. Zweckmäßige Reihenfolge von Vorrichtung und Abbau in benachbarten Bauabteilungen beim Pfeilerbau.

richtung sich verschieden umfangreich. Am eingehendsten erfolgt sie beim Abbau ohne Bergeversatz, da bei diesem der Abbau an der Baugrenze beginnen und infolgedessen vorher das ganze Baufeld durch eine größere Anzahl von Vorrichtungstrecken durchörtert werden muß, wie bei der Beschreibung des Pfeilerbaues (S. 328 u. f.) näher dargetan werden soll. Beim Pfeilerbau muß also, wenn die Förderleistung eines Flözteiles auf gleicher Höhe erhalten werden soll, während des Abbaues einer Abteilung nicht nur die benachbarte bereits in voller Vorrichtung stehen, sondern auch in der daran anschließenden bereits mit der Vorrichtung begonnen werden (Abb. 293).

[1]) Glückauf 1918, Nr. 3, S. 33; Weber: Gebirgsdruck in Gesteinsbremsbergen.

Digitized by Google

Bei Abbauverfahren mit Bergeversatz dagegen ist die Bedeutung der Vorrichtung erheblich geringer. Denn sie kann sich auf die Herstellung der Bremsberge und Fahrüberhauen und auf das Auffahren der Grund- und Teilsohlenstrecken beschränken, wobei dann noch die Grund- und Teilstrecken vielfach erst mit dem Abbau hergestellt zu werden brauchen, also die besonderen Vorrichtungsbaue fortfallen. Demgemäß braucht die Vorrichtung nicht so früh wie beim Pfeilerbau zu beginnen; es genügt, wenn gemäß Abb. 294 während des Abbaues einer Abteilung die benachbarte vorgerichtet wird. Wird der Abbau als Strebbau mit „Aufrollen" der Bremsbergfelder geführt (s. unten, S. 352), so braucht nur im Anfang ein Bremsberg hergestellt zu werden, da die späteren Bremsberge während des Abbaues selbst im Versatze ausgespart werden. Beim Rutschenbau (Ziff. 103 u. f.) vereinfacht die Vorrichtung sich noch weiter, indem Bremsberge überhaupt fortfallen.

37. — Größe der vorzurichtenden Bauabschnitte. Die Größe der durch die Vorrichtungsbetriebe abzugrenzenden Baufelder hängt in erster

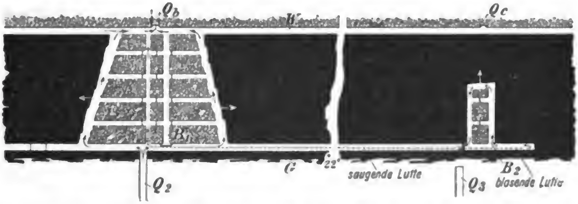


Abb. 294. Vorrichtung und Abbau von e i n e m Querschlage aus beim streichenden Strebbau.

Linie vom Flöz- und Gebirgsverhalten, in zweiter von der Rücksicht auf Förderung und Wetterführung ab. Bei der gewöhnlichen Bremsbergförderung wird die s t r e i c h e n d e Länge in mächtigen Flözen geringer genommen als in schmalen, weil der Gebirgsdruck sich in ersteren stärker bemerklich macht und ihr Verhieb langsamer vor sich geht. Auch ist in druckhaftem Gebirge diese Länge wesentlich geringer als bei festem Nebengestein. Während man im ersteren Falle zuweilen bis auf 40—50 m für einen Bauflügel heruntergehen muß, weil die Abbaustrecken sich nur kurze Zeit offenhalten lassen, hängt bei festem Gebirge die Bemessung der Flügellänge vorzugsweise von der Rücksicht auf die Förderung in den Abbaustrecken ab, die über eine gewisse Länge hinaus unvorteilhaft wird. Neuerdings wird vielfach die Schlepperförderung in den Strecken durch die Förderung mit Zwerg-Streckenhaspeln mit Vorder- und Hinterseil oder Seil ohne Ende ersetzt; man kann dann bis zu etwa 300 m gehen. Jedoch können bei zu großer Länge der Bauabteilungen zu wenig Bauflügel in gleichzeitigen Betrieb genommen, also nicht genug Angriffspunkte geschaffen werden. — Flöze, die zu Brand neigen, erfordern Baufelder von geringen Abmessungen. Einerseits kann dann der Abbau beendet sein, ehe die Brandgefahr eintritt;

Digitized by Google

so z. B. kennt man für verschiedene oberschlesische Kohlenflöze ziemlich genau den Zeitpunkt nach Abbaubeginn, in dem der Brand auszubrechen pflegt. Anderseits sind bei kleinen Baufeldern auch die Kohlenverluste und Betriebstörungen, die durch Abdämmung einer in Brand geratenen Abteilung entstehen entsprechend gering.

Ähnliche Gesichtspunkte bestimmen die Bemessung der flachen Bauhöhe. Nimmt man diese zu groß, so ergibt sich ein zu langsamer Abbau wegen ungenügender Leistungsfähigkeit des Bremsbergs, der die gewonnenen Kohlen nicht schnell genug abfördern kann; infolgedessen erhält man dann auch große Unterhaltungskosten für Strecken und Bremsberge. Auch ist in diesem Falle die Wetterführung ungünstig, da der Wetterstrom sich auf seinem langen Wege von unten nach oben stark erwärmt und mit schädlichen Gasen anreichert. Wählt man umgekehrt die flache Höhe der einzelnen Bauabteilungen zu niedrig, d. h. legt man zu viele Teilsohlen zwischen der oberen und unteren Hauptfördersohle ein, so vermeidet man allerdings diese Übelstände, nutzt aber die Bremsberge nicht genügend aus und hat daher unverhältnismäßig hohe Ausgaben für Bremser- und Abnehmerlöhne; auch ist das Treiben und die Unterhaltung der Teilstrecken teuer.

Im Ruhrkohlenbezirk rechnet man im allgemeinen mit flachen Bauhöhen von 80—150 m.

Spart man die Bremsberge, wie das beim Strebbau mit Aufrollen der Baufelder geschieht, erst im Laufe des Abbaues im Versatz aus, so ist die vorherige Abgrenzung der Baufelder im Streichen nur im großen, nicht im einzelnen erforderlich. Noch weniger kommt es beim Rutschenbau auf eine vorherige Einteilung in einzelne Baufelder an, da hier der Abbau auf große Längen ununterbrochen fortschreiten kann und nur die Teilsohlenbildung wichtig ist.

38. — **Zeitliches Verhältnis zwischen Vorrichtung und Abbau.** Die Vorrichtung muß stets genügend weit vorgeschritten sein, um die Möglichkeit zu sichern, im Falle stärkerer Nachfrage schnell weitere Abbaubetriebe eröffnen zu können. Auf der anderen Seite muß als Regel festgehalten werden, daß ein einmal in Angriff genommenes Flözstück möglichst rasch mit voller Belegung verhauen werden soll. Man soll also mit der Vorrichtung einer Abteilung nicht eher beginnen, als bis man bestimmt weiß, daß bald nach beendigter Vorrichtung der vollständige Abbau folgen kann; sonst hat man mit großen Unterhaltungskosten für die Vorrichtungsbetriebe, mit Entwertung der Kohle durch Entgasung und Zerdrückung, mit der Gefahr der Selbstentzündung und mit einer unnützen und gefährlichen Beunruhigung des Gebirges[1]) zu rechnen. Belegt man aber Abbauabteilungen, die übereilt vorgerichtet waren, zunächst nur teilweise, so erschwert man die Aufsicht und verteuert die Förderung, deren Einrichtungen nicht genügend ausgenutzt werden. Auch ist dann die Wetterführung wegen der Zersplitterung in kleinere Teilströme unvorteilhaft.

[1]) Verhandlungen und Untersuchungen d. preuß. Stein- und Kohlenfallkommission, (Berlin, Ernst & Sohn), 1906, S. 701.

Digitized by Google

Bei flacherem Einfallen muß man berücksichtigen, daß im allgemeinen die hangenden Flöze vor den liegenden in Angriff genommen und dementsprechend auch eher vorgerichtet werden müssen, damit nicht durch vorzeitige Beunruhigung des Gebirges oder durch Entlastung vom Gebirgsdruck der Abbau der hangenden Flöze erschwert wird. Bei steilerer Neigung dagegen können Nachbarflöze auch annähernd gleichzeitig vorgerichtet werden (vgl. Ziff. 65).

In Schlagwettergruben ist vor Eröffnung des Abbaues die Herstellung eines Wetterüberhauens zur oberen Sohle unerläßlich. Ein solches muß dann also auch in den Bauabteilungen hochgebracht werden, in denen nicht mit Bremsbergen gefördert werden soll. Es dient außerdem als Fahrweg.

Die rechtzeitige Vorrichtung wird durch die Abteilungsquerschläge und durch die Aufbrüche begünstigt. Erstere gestatten die gleichzeitige Auffahrung der Grundstrecken und Bremsberge in Nachbarabteilungen, letztere die Teilsohlenbildung. Doch ist es häufig geboten, der Beschleunigung halber schon vor der Erschließung eines Flözes durch diese Gesteinsbetriebe die Vorrichtung von den Grund- und Teilsohlenstrecken der zuerst aufgeschlossenen Bauabteilung aus zu beginnen (Abb. 294).

III. Das Auffahren der verschiedenen Aus- und Vorrichtungsbetriebe.

39. — Vorbemerkung. Da die einzelnen Baue sich nicht scharf nach den Begriffen „Ausrichtung" und „Vorrichtung" abgrenzen lassen, so sollen sie im folgenden lediglich nach ihrer bergmännischen Bezeichnung besprochen werden, und zwar sollen zunächst die Baue im Nebengestein und sodann diejenigen in der Lagerstätte behandelt werden.

Bei allen Strecken im Gestein und in der Lagerstätte unterscheidet man: das Ort (die Querfläche am Ende der Strecke), die Sohle (auch Strosse), die Firste (bei denjenigen Strecken in der Lagerstätte, wo sie durch das Hangende gebildet wird, auch Dach genannt) und die Stöße (auch Wangen oder Ulmen).

a) Querschläge.

40. — Hauptquerschläge. Die Hauptquerschläge werden im allgemeinen zweispurig aufgefahren und erhalten außerdem auch schon der Wetterführung halber, da die Hauptwetterströme durch sie hindurchfließen, große Querschnitte; vielfach gibt man ihnen 3—3,5 m Breite und 2,2—2,6 m Höhe. Für die Wasserabführung werden sie mit einer „Wasserseige" versehen, die in der Regel, um die Bahn für die vollen Wagen möglichst weit von ihr entfernt halten zu können, an einem Stoß (Abb. 295) nachgeführt, seltener in der Mitte (Abb. 296) hergestellt wird; im letzteren Falle muß sie stets überdeckt werden. — Der Ausbau richtet sich nach den Gebirgsverhältnissen und kann in festem Gebirge ganz wegfallen.

Mit Rücksicht auf die Förderung und Wasserabführung werden die Hauptquerschläge wie durchweg alle Sohlenbetriebe meist vom Schachte aus etwas ansteigend aufgefahren. Für die Bemessung des Gefälles nimmt man im allgemeinen (s. d. Abschnitt „Förderung" in Bd. II) zum

Digitized by Google

Anhalt, daß die Förderung eines vollen Wagens mit dem Gefälle dieselbe Arbeitsleistung erfordern soll, wie die eines leeren Wagens gegen das Gefälle. Dieser Regel entspricht bei guter Beschaffenheit des Oberbaues und der Förderwagenradsätze ein Ansteigen von etwa 1:250. Vielfach wird das Ansteigen der Hauptquerschläge noch geringer genommen, da diese Querschläge das ganze Feld durchörtern und daher bei großer Ausdehnung des Feldes ein starkes Ansteigen die Bauhöhe in den entfernteren Lagerstätten, namentlich bei flacher Lagerung, beeinträchtigt (2 m Unterschied in der Seigerhöhe bedeuten z. B. bei 10° Einfallen bereits rund 11,5 m flache Bauhöhe). Dazu kommt für Gruben, die in großem Maßstabe mit Bergeversatz bauen, daß sie Berge vom Tage her im Schachte einzuhängen und daher mehr oder weniger große Mengen von Bergewagen ins Feld zu schaffen haben, auf die wegen ihres größeren

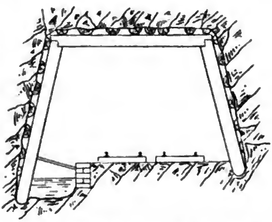


Abb. 295. Querschlag mit seitlicher Wasserseige.

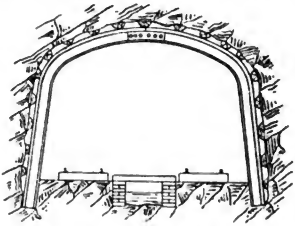


Abb. 296. Querschlag mit mittlerer Wasserseige.

Gewichtes besondere Rücksicht zu nehmen ist. Solche Gruben bevorzugen daher Gefälle von 1:500 bis 1:1000, fahren sogar auch die Hauptquerschläge „totsöhlig" auf, falls die Rücksicht auf den Wasserabfluß das gestattet.

Die im allgemeinen für die Innehaltung eines bestimmten Ansteigens benutzte Setzwage ist für die Hauptquerschläge nicht genau genug. Man bedient sich für diese besser einer etwa 3 m langen Setzlatte mit aufgesetzter Wasserwage. Neigt die Sohle zum „Quellen", so hilft man sich dadurch, daß man in die Firste Holzpflöcke eintreiben läßt, deren Unterflächen nach markscheiderischer Messung in einer dem gewünschten Ansteigen entsprechenden Linie liegen, und von diesen aus durch Abloten die richtige Höhenlage der Schienen ermittelt.

41. — **Abteilungsquerschläge.** Falls die Abteilungsquerschläge, wie das meistens der Fall ist, eine geringere Länge als die Hauptquerschläge erhalten, kann ihr Ansteigen etwas stärker, etwa 1:200, genommen werden. Auch ihr Querschnitt kann kleiner sein, da sie geringere Fördermengen zu bewältigen haben und nur Teilwetterströme durch sie hindurchgehen.

42. — **Wetterquerschläge.** Als Wetterquerschläge werden die auf der jeweiligen Wettersohle befindlichen, also die Ausziehströme abführenden Querschläge bezeichnet. Da sie den Abbauwirkungen stark ausgesetzt sind,

Digitized by Google

neigen sie ebenso wie die Flözwetterstrecken dazu, sich erheblich zusammenzudrücken. Daher pflegt man vielfach, nachdem das Gebirge in der Umgebung der Wetterquerschläge einigermaßen zur Ruhe gekommen ist, diese zu erweitern und neu auszubauen.

In den meisten Fällen dienen als Wetterquerschläge die früheren Förderquerschläge. Jedoch gibt es auch eine Reihe von Fällen, in denen Wetterquerschläge als solche neu aufgefahren werden. Dahin gehören die Querschläge auf Wettersohlen unter dem Deckgebirge sowie Querschläge, die dicht unterhalb der Sohle getrieben werden und die Aufgabe haben, die Wetterversorgung der höheren Sohle von derjenigen der nächsttieferen unabhängig zu machen, indem sie die getrennte Abführung des Wetterstromes der tieferen Sohle zum Wetterschachte ermöglichen. In solchen Fällen hat also die untere Sohle ihre eigene Wettersohle.

43. — **Besondere Querschläge.** Weiter sind noch zu erwähnen Sumpf-, Rohr- und Ortsquerschläge. Die ersteren stellen die Verbindung zwischen Schacht und Pumpensumpf her und dienen außerdem in solchen Fällen, in denen man des Gebirgsdrucks wegen einen großen Sumpfraum vermeiden muß, dazu, in Verbindung mit den Sumpfstrecken ein Streckennetz unter der tiefsten Fördersohle zu bilden. Sie werden dann weiter im Felde mit der Fördersohle durch kleine Schächte oder abfallende Strecken verbunden.

Die Steigleitungen der unterirdischen Wasserhaltungen und vielfach auch die Dampfleitungen für diese und benachbarte Maschinen werden durch Rohrquerschläge geführt, die vom Schachte zur Firste des Maschinenraumes in möglichst kleinem Querschnitt getrieben werden und bei Verbindung mit dem Ausziehschacht gleichzeitig zur Abführung der heißen Wetter der Maschinenkammern dienen können.

Ortsquerschläge nennt man kleine Querschläge, die in der Höhe der einzelnen Abbaustrecken zwei oder mehrere Lagerstätten miteinander oder mit einem gemeinsamen seigeren Bremsschacht verbinden, um die Abwärtsförderung bis zur Sohle durch einen gemeinsamen Bremsberg oder durch den seigeren Schacht oder auch den völlig gemeinsamen Abbau beider Flöze zu ermöglichen. Sie finden daher besonders beim „Stapelbau" Anwendung. Diese Querschläge erhalten also nur geringe Längen und können ohne Wasserseige und einspurig mit einem für die Schlepperförderung eben ausreichenden Querschnitt aufgefahren werden.

b) Blinde Schächte.

44. — **Herstellung der blinden Schächte.** Der Querschnitt der blinden Schächte ist in der Regel rechteckig, da die Erwägungen, die bei Hauptförderschächten für die Kreisform des Querschnitts sprechen, hier wegfallen und dafür die Rücksicht auf den Holzausbau in den Vordergrund tritt. Denn dieser ist für solche Schächte der zweckmäßigste Ausbau; die Ausmauerung würde sich in den meisten Fällen nicht lohnen. Nach der Größe des Querschnitts sind ein- und zweitrümmige Blindschächte zu unterscheiden. Erstere überwiegen weitaus bei Stapelschächten. Zwei-

Digitized by Google

trümmige Bremsschächte (Abb. 297) werden hergestellt, wo es sich um die Lösung einzelner Flöze handelt oder wo wegen ganz flacher Lagerung die durch einen Aufbruch gelösten Flöze nicht gleichzeitig, sondern nacheinander zum Verhieb kommen, so daß der Anschlag längere Zeit derselbe bleibt. Bei eintrümmigen Schächten, also bei Förderung mit Gegengewicht, kommt man nach Abb. 298 mit entsprechend geringerem Querschnitt aus, da das

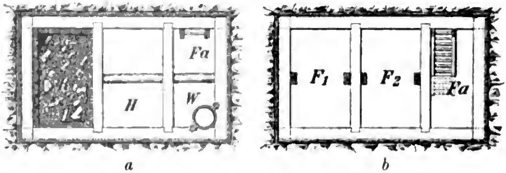


Abb. 297 a und b. Querschnitt eines zweitrümmigen Aufbruchs während und nach der Herstellung.

Gegengewicht lang und schmal gehalten werden kann. Außer für die Fördertrumme muß noch Platz für ein Fahrtrumm gelassen werden.

Blinde Schächte werden zweckmäßig von unten her aufgebrochen. Man erzielt dabei eine gute Leistung, da die Mannschaft durch die Förderung und die etwa zusitzenden Gebirgswasser nicht behindert wird. Die Holzförderung kann den Hauern durch den auf der Sohle tätigen Bergeschlepper abgenommen werden, indem dieser einen kleinen Holzförderhaspel bedient. Der Gefährdung der Hauer durch Steinfall aus der Firste beim Hochbrechen steht beim Abteufen eine mindestens ebenso große Gefährdung durch Abstürzen von Bergen oder Gegenständen von oben her gegenüber.

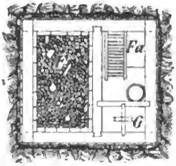


Abb. 298. Querschnitt eines eintrümmigen Aufbruchs während des Hochbrechens. G Holztrumm, späteres Gegengewichtstrumm.

Während des Hochbrechens stehen die Arbeiter auf einer Bühne, die entsprechend dem Vorrücken höher gelegt wird. Zur größeren Sicherung der Leute läßt man die hereingeschossenen Berge, soweit sie im Bergetrumm Platz finden, in diesem liegen. Bei dieser Arbeitsweise sind also erforderlich: Bergetrumm, Fahrtrumm, Wetter- und Holzfördertrumm. Da der endgültige Ausbau zweckmäßig gleich beim Hochbrechen eingebracht wird, so verteilt man diese Trumme am besten entsprechend der endgültigen Einteilung, wie die Abbildungen zeigen. Die stark auf Biegung beanspruchten Einstriche des Bergetrumms werden bei größerer Höhe durch Abspreizung versteift (Abb. 297a). Die Bergeförderung wird in verschiedener Weise eingerichtet. Entweder benutzt man das Bergetrumm gleichzeitig als Stürzrolle (Abb. 297a u. 298) und versieht es unten mit einer durch Schieber geschlossenen Abzugöffnung; man erhält dann ein weites Rolloch, das sich nicht leicht zusetzen kann. Oder man richtet noch ein besonderes Rolloch ein, das die Abförderung der infolge der Auf-

Digitized by Google

lockerung überschüssigen Bergemengen ermöglicht, während das Hauptbergetrumm stets gefüllt bleibt und erst nach Fertigstellung des Aufbruchs entleert wird. Die Luttenleitung für die Bewetterung legt man am besten in das Fahrtrumm (Abb. 297a und 298)[1]. Die Holzförderung wird zweckmäßig mit Hilfe einer einfachen Rolle (Abb. 298) bewerkstelligt, die oben aufgehängt und über die ein Seil geführt wird; nimmt man letzteres genügend lang, so kann das Holz von unten aus hochgezogen werden.

Die Bergetrumme müssen stets bis oben hin vollgehalten werden, damit die hineingestürzten Berge nicht den Ausbau zerschlagen können. Größere Bergeklötze sind aus demselben Grunde und zur Verhütung von Verstopfungen im Rolloch erst in kleinere Stücke zu schießen, ehe sie ins Rolloch gelangen.

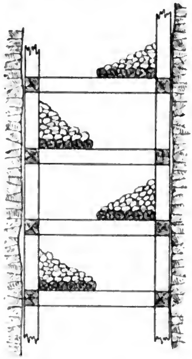


Abb. 299. Hochbrechen mit Springbühnen.

In höheren Aufbrüchen, die bei voller Bergefüllung eine sehr kräftige Verschalung im unteren Teile erfordern, kann man mit einer leichten Auskleidung auskommen, wenn man „Springbühnen" (Abb. 299), aus Rundhölzern bestehend, einbaut, die den Bergefall in eine Reihe kurzer Sprünge zerlegen.

Der Fuß des Ausbaues wird durch einen sog. „Schachtstuhl" gestützt, bestehend aus zwei Gevierten, die durch eingezapfte, etwa 2 m hohe Bolzen in den vier Ecken miteinander verbunden sind und deren unteres auf die Sohle gelegt wird. Der Schachtstuhl bildet gleichzeitig den Anschlag.

45. — Besonderheiten bei Stapelschächten. Der Ansatzpunkt eines Stapelschachtes wird nach den Abbildungen 290 und 291 auf S. 302 so gewählt, daß seine Verbindung mit den einzelnen Flözen möglichst geringe Querschlagslängen erfordert. Die Förderarbeit verringert man nach Möglichkeit dadurch, daß man den Stapel in die Nähe der mächtigsten Flöze legt, aus denen die größten Fördermengen kommen. Außerdem ist aber auch der Gebirgsdruck zu berücksichtigen. Man wählt bei druckhaftem Gebirge den Ansatzpunkt so, daß der Stapel möglichst weit nach dem liegendsten Flöz hin zu stehen kommt, um den Abbauwirkungen möglichst entzogen zu werden. Bei besonders starkem Drucke oder erheblichen Gebirgsbewegungen infolge großer Flözmächtigkeiten kann es sich sogar empfehlen, den Stapel ganz ins Liegende der Flözgruppe zu legen, namentlich wenn auch der Hauptförderschacht im Liegenden steht.

In der Streichrichtung ist bei allen Stapelschächten die Entfernung vom Abteilungsquerschlag oder der Richtstrecke zu beachten. Bei etwas größerem Abstand vom Querschlag richtet man den Stapel besser für ein-

[1] Näheres bezüglich der Bewetterung der Aufbrüche s. Ziff. 182 im 5. Abschnitt.

Digitized by Google

seitige Bedienung ein (Abb. 300a). In der Regel wird man ihn aber unmittelbar neben den Querschlag oder die Richtstrecke setzen und ihn dann nach Abb. 300b im Durchschiebebetrieb bedienen. Außerdem ist die Förderung im Querschlag zu berücksichtigen. Erfolgt diese durch Seil ohne Ende, so braucht man am Anschlag keinen größeren Raum für die Aufstellung der Wagen. Ist dagegen Pferde- oder Lokomotivförderung vorhanden, so muß Raum für einen Wagenzug geschaffen werden, was in ähnlicher Weise wie bei Bremsberganschlägen entweder in der Verbindungstrecke zwischen Querschlag und Blindschacht oder im Querschlag selbst geschehen kann. Im ersteren Falle wird (Abb. 300a) die Verbindungstrecke *v* entsprechend ver-

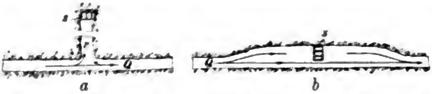


Abb. 300 *a* und *b*. Verschiedene Lage eines Stapels zum Querschlage.

längert und erweitert. Im letzteren Falle werden besondere Aufstellgleise vorgesehen, die bei Durchschiebebetrieb gemäß Abb. 300b auf beiden Seiten verlegt werden. (Näheres s. in Bd. II, Abschnitt „Förderung“, unter „Lokomotivbetrieb“).

c) Streckenbetriebe im Streichen.

46. — **Grundstrecken.** An erster Stelle sind die Grund- oder Sohlenstrecken zu erwähnen (im Erzbergbau auch „Läufe“, „Gezeugstrecken“ oder „Feldortstrecken“ genannt). Sie dienen zunächst zur Erkundung des Verhaltens von Lagerstätte und Nebengestein, damit man danach das anzuwendende Abbauverfahren und die zweckmäßige Bemessung der streichenden Abbaulänge beurteilen kann. Auch ermöglichen sie die Vorrichtung weiter im Streichen liegender Bauabteilungen, wenn diese nicht durch Abteilungsquerschläge aufgeschlossen werden (Abb. 289 links auf S. 299) oder wenn diese Querschläge das Flöz noch nicht erreicht haben (Abb. 294 auf S. 305). Ferner vermitteln sie beim Abbau der nächsttieferen Sohle die Abführung der Wetter ihrer Bauabteilung. In Grubenfeldern mit geringen streichenden Längen oder mit gutem Nebengestein sowie in sehr mächtigen Lagerstätten ist ihre Bedeutung am größten, da sie dann auch für die Förderung selbst dienen und die Wetter mehreren Bauabteilungen zuzuführen haben. Herrscht jedoch die Benutzung von Hauptförderstrecken in Verbindung mit Abteilungsquerschlägen vor, so spielen die Grundstrecken eine nur geringe Rolle, namentlich wenn das Verhalten der Lagerstätte von den oberen Sohlen oder von Nachbargruben her genügend bekannt ist und wenn mit Bergeversatz abgebaut wird. Im letzteren Falle können sie sogar als Vorrichtungsbetriebe vollständig ausscheiden, da man sie dann erst mit dem Abbau schrittweise herzustellen braucht.

47. — **Auffahren der Grundstrecken. Nachreißen des Nebengesteins.** In wenig mächtigen Lagerstätten macht das Auffahren von Grundstrecken, damit sie für die spätere Förderung und Wetterführung

Digitized by Google

einen ausreichenden Querschnitt erhalten, das Nachreißen von Nebengestein erforderlich (im Ruhrkohlenbergbau und Saarrevier auch als „Bahnbruch" bezeichnet). Bei flacher Lagerung muß im allgemeinen mehr Nebengestein hereingewonnen werden als bei steilem Einfallen, weil bei letzterem ein längeres Flözstück in den Streckenquerschnitt fällt.

Die Frage, ob das notwendige Nachreißen von Nebengestein zweckmäßiger am Hangenden oder am Liegenden erfolgt, muß je nach den Gebirgsverhältnissen verschieden, im allgemeinen aber immer so beantwortet werden, daß bei möglichst geringen Kosten des Nachreißens der Gebirgsdruck möglichst lange von der Strecke ferngehalten, das Gebirge also möglichst wenig in Bewegung gebracht wird. Im Steinkohlenbergbau wird das Nachreißen des Liegenden bevorzugt. Man erzielt dadurch für die Kohlenförderung den Vorteil, daß die Füllung der Kohlenwagen erleichtert wird. Auch wird die Bildung von „Wettersäcken" in der Firste, wie sie beim Nachreißen des Hangenden eintreten kann, vermieden. Beide Vorteile kommen namentlich bei flacher Lagerung zur Geltung. Besonders günstig gestaltet sich das Nachreißen des Liegenden, wenn dieses, wie das häufig der Fall ist, aus gebrächem und zum Quellen neigendem Tonschiefer besteht. Der letztere Gesichtspunkt kann aber anderseits auch Veranlassung geben, das Hangende anzugreifen, wenn nämlich dieses unmittelbar über dem Flöze durch einen gebrächen „Nachfallpacken" gebildet wird und dieser eine nicht zu große Mächtigkeit hat. Vereinzelt wird auch, wenn die Strecke beiderseits in Bergeversatz gesetzt wird, ein festes Hangendes nachgerissen, um die Spannung aus dem Hangenden zu nehmen und dadurch dessen Druck stärker auf den Versatz als auf die Strecke wirken zu lassen. Man hat bei diesem Verfahren in Verbindung mit nachgiebigem Streckenausbau (vgl. den Abschnitt „Grubenausbau" in Bd. II) günstige Ergebnisse erzielt. Werden bei flacher Lagerung größere Mengen fremder Berge für den Abbau benötigt (insbesondere beim Abbau mit Schüttelrutschen, s. d.), so kann man zur Erleichterung der Füllung und Entleerung der Wagen die Kohlenförderstrecken im Liegenden, die Bergeförderstrecken im Hangenden nachreißen. Doch sucht man neuerdings die dadurch verursachten höheren Kosten zu umgehen, indem man das Kippen der Bergewagen von den im Liegenden nachgerissenen Kohlenförderstrecken aus durch maschinelles Hochziehen der Bergewagen ermöglicht (vgl. Bd. II, Abschnitt „Förderung", unter „Förderwagen"). — Handelt es sich um mächtigere Lagen gebrächen Gesteins im Hangenden und zeigt die Flöz-Oberbank eine zähe Beschaffenheit, so zieht man wohl vor, eine Kohlenbank am Hangenden anstehen zu lassen („anzubauen") und lieber das Liegende etwas nachzureißen. Ist Hangendes und Liegendes von annähernd gleicher Beschaffenheit, so greift man bei mittlerem Fallwinkel zur Verringerung der Gewinnungskosten zweckmäßig beide Schichten an (Abb. 301). Dieses Vorgehen empfiehlt sich auch für wenig mächtige Erzgänge, da man auf diese Weise erzführende Nebentrümmer,

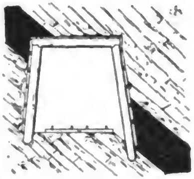


Abb. 301. Grundstrecke mit Nachreißen des Hangenden und Liegenden.

Digitized by Google

deren Verfolgung von großer Wichtigkeit sein kann, nicht übersieht. Setzt in geringem Abstand von einem Flöze eine schmale Kohlenbank durch, so ist deren Mitgewinnung, wenn eben möglich, ratsam, da sie sonst die Strecke unter starken Druck bringen kann.

48. — Vorgehen beim Auffahren der Grundstrecken. Maßgebend für das Verfahren beim Treiben der Grundstrecken ist die Rücksicht auf die beim Nachreißen fallenden Berge und auf die Bewetterung.

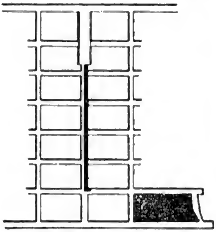


Abb. 302. Bremsbergherstellung und Breitauffahren einer Grundstrecke bei steiler Lagerung.

Man kann eine Grundstrecke als Einzelort auffahren und in diesem Falle ihre Bewetterung durch Scheider oder Lutten vermitteln. Jedoch wird das strebstoßartige Vorgehen („Breitauffahren", Abb. 302) oder das Auffahren mit Begleitort und Durchhieben (Abb. 303) wegen der bequemeren Bewetterung und der Sicherung eines zweiten Fahrweges (Fluchtweges) bevorzugt.

Das Breitauffahren bietet gegenüber dem Begleitortbetrieb verschiedene wichtige Vorteile. Zunächst fällt das teure und wegen der Schlagwettergefahr in schwebenden Betrieben bedenkliche Hochbringen der Durchhiebe fort. Sodann ist die Bewetterung einfach. Ferner kommen die Strecken nur vorübergehend in Druck, können also ohne große Kosten lange offengehalten werden, da sie nach dem Zusammenpressen des Bergeversatzes vom Drucke des Hangenden entlastet werden. Dazu kommt, daß die Kohle des Grundstreckenpfeilers, die beim Begleitortbetrieb vielfach gar nicht oder doch nur unvollkommen und überdies in schlechter Beschaffenheit (zerdrückt und entgast) gewonnen wird, hier vollständig, frisch und stückreich abgebaut wird. Durch diese Kohlengewinnung wird auch die Herstellung der Strecken verbilligt, zumal ja auch die Hauerleistung wegen der breiten Angriffsfläche bedeutend erhöht wird.

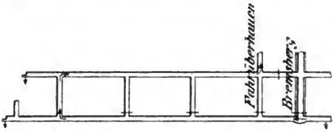


Abb. 303. Grundstrecke mit Begleitort und Durchhieben.

Am bequemsten läßt das Breitauffahren sich bei flacher Lagerung durchführen, weil hier das Versetzen der durch den „Bahnbruch" gewonnenen Berge am einfachsten ist. Überdies fallen auch gerade bei flachem Fallwinkel die größten Bergemengen. Daher wird bei geringer Flözneigung dieses Verfahren vorzugsweise angewendet. Sind nur wenig Berge unterzubringen, so kann man sich damit begnügen, unterhalb der Grundstrecke einige Meter Kohle hereinzugewinnen und durch Versatz (im Ruhrbezirk „Bergedamm" genannt) zu ersetzen, an dessen unterer Grenze eine Wetterrösche (auch als „Wetterpaß" bezeichnet) mitgeführt wird. Man braucht dann nur die leichten Kohlen nach oben zu werfen, während die schweren Berge nach unten geschafft werden. Jedoch hat dies Verfahren den Nach-

Digitized by Google

teil, daß nur ein Stoß der Grundstrecke durch Berge, der andere durch Kohle gebildet wird, so daß die Bruchkante sich am Streckenstoße bildet. Daher bevorzugt man den in Abb. 304 dargestellten Betrieb, bei

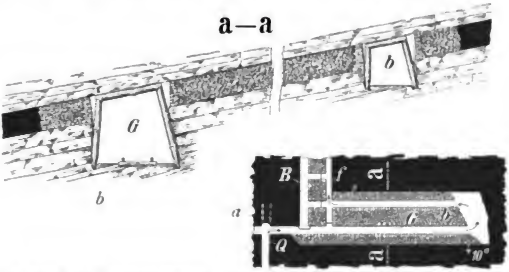


Abb. 304 *a* und *b*. Breitauffahren einer Grundstrecke bei flacher Lagerung im Grundriß (*a*) und Profil (in vergrößertem Maßstabe) nach a—a (*b*).

dem die Wetterrösche oberhalb der Grundstrecke mitgeführt und im Versatz ausgespart wird.

Die Vorzüge des Breitauffahrens haben in neuerer Zeit mehr und mehr dahin geführt, es auch bei steiler Lagerung anzuwenden (s. Abb. 302). Hier muß die Firste der Grundstrecke durch eine kräftige Verschalung („Bergekasten") gesichert werden. Allerdings bietet die Beschaffung der Berge vielfach Schwierigkeiten. Denn im Flöze selbst fallen wegen der besseren Ausnutzung des Flözes für den Streckenquerschnitt bei nicht ganz geringer Flözmächtigkeit und bei dem Fehlen von Bergmitteln oder „Nachfall" wenig Berge. Auch lassen die durch Nachreißen der Grundstrecke gewonnenen Berge sich nur mit großem Arbeitsaufwand oberhalb der Grundstrecke unterbringen. Die Beschaffung fremder, d. h. von anderen Gewinnungspunkten aus zugeführter Berge aber stößt auf Schwierigkeiten, da beim Treiben der Grundstrecken die zum Heben oder Herablassen der Berge auf die Höhe der oberen Strecke erforderlichen Födereinrichtungen noch nicht vorhanden zu sein pflegen. Jedoch stehen in der Regel wenigstens die beim Nachreißen des Bremsbergs gewonnenen Berge zur Verfügung, die man zweckmäßig nach Abb. 302 in der Höhe der oberen Strecke aus einem zu diesem Zweck im Bremsberg hergestellten Rollkasten abzieht.

Abb. 305. Erzgang mit Grundstrecke *s* im Liegenden und Verbindungsquerschlägen *q* zu den Stürzrollen *r*.

In mächtigeren Lagerstätten fällt das Nachreißen des Nebengesteins fort. Handelt es sich um Mächtigkeiten von etwa 2—2,5 m, so fährt man die Strecken einfach in der vollen Mächtigkeit auf. Bei noch größerer Mächtigkeit muß beim Auffahren der Strecken ein mehr

Digitized by Google

oder weniger großer Teil des Minerals angebaut werden; man treibt dann die Strecke in der Regel am Liegenden, um sie den Einwirkungen des späteren Abbaues möglichst zu entziehen. Es muß in diesem Falle sorgfältig darauf geachtet werden, daß in der Strecke stets das Liegende bloßgelegt wird, damit man nicht schräg in die Lagerstätte hineinfährt. Die Streckensohle kann bei flacher Lagerung unmittelbar durch das Liegende, bei ganz steiler Neigung durch die Lagerstätte selbst gebildet werden. Bei mittleren Neigungswinkeln dagegen wird etwas Mineral in der Sohle angebaut oder eine Bergeschicht aus einem mitgewonnenen Bergmittelstreifen auf die Sohle gebracht. — Vielfach geht man mit den Strecken bei großer Mächtigkeit der Lagerstätte, namentlich wenn diese steil einfällt und unregelmäßig verläuft, gänzlich aus ihr heraus ins Liegende und löst sie von der Strecke aus durch eine Reihe kurzer Querschläge (q in Abb. 305). Dieses Verfahren bietet den Vorteil, daß bei der Strecke nicht auf den Abbau und beim Abbau nicht auf die Strecke Rücksicht genommen zu werden braucht und daß die Strecke im Nebengestein meist bedeutend druckfreier steht als in der Lagerstätte. Dazu kommt der für die Förderung günstige geradlinige Verlauf der Strecke. Für flözartige Lagerstätten bietet das Auffahren der Strecken im Nebengestein den Vorteil, daß man eine möglichst druckfreie Schicht aussuchen kann.

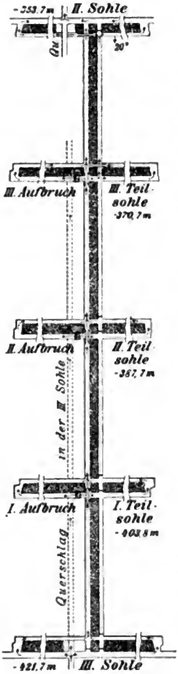


Abb. 306. Zerlegung der flachen Sohlenhöhe in Teilsohlen.

49. — **Teilsohlenstrecken.** Die Teilsohlenstrecken sollen die flache Bauhöhe einer Lagerstätte zwischen zwei Fördersohlen in zweckmäßig bemessene einzelne Bauabschnitte zerlegen, um so zu lange Bremsberge vermeiden und durch Schaffung einer größeren Anzahl von Angriffspunkten den Abbau beschleunigen zu können. Sie finden daher besonders bei flacher Lagerung, die eine wesentlich größere flache Bauhöhe bedingt, Verwendung (Abb. 306). Für das Treiben solcher Strecken gelten ähnliche Regeln wie für das Auffahren der Grundstrecken. Die Verbindung der Teilsohlenstrecken mit der Förder- und Wettersohle wird am besten durch seigere Schächte (in der Abbildung als „I.—III. Aufbruch“ bezeichnet) hergestellt (vgl. auch Abb. 284 auf S. 292).

50. — **Abbaustrecken.** Eine noch weitergehende Teilung des Abbaufeldes von unten nach oben bezwecken die Abbaustrecken, die besonders für den Abbau ohne Bergeversatz wichtig sind. Da sie aber unmittelbar dem Abbau vorausgehen oder folgen und daher zu diesem in wesentlich engerer Beziehung stehen als die Grund- und Teilsohlen-

Digitized by Google

strecken, sollen sie im Abschnitt „Abbau", soweit nötig, näher besprochen werden.

51. — Hauptförderstrecken (Richtstrecken). Eine besondere Stellung nehmen die für Steinkohlengruben mit zahlreichen, nicht sehr mächtigen Flözen und großen streichenden Baulängen kennzeichnenden Hauptförderstrecken ein, denen die Aufgabe zufällt, die Förderung verschiedener Abteilungsquerschläge zu sammeln und dem Hauptquerschlage zuzuführen (s. Abb. 289 rechts auf S. 299). Da sie eine größere Fördermenge zu bewältigen haben, so können für sie auch größere Ausgaben aufgewendet werden. Solche Strecken müssen dem Gebirgsdruck möglichst entzogen werden, damit ihre Aufrechterhaltung mit mäßigen Ausgaben und ohne größere Störungen der Förderung möglich ist. Außerdem soll ihr Förderbetrieb möglichst wenig durch den Betrieb der einzelnen Flözbremsberge gestört werden. Daher wählt man vielfach unbauwürdige Flöze mit gutem Nebengestein zum Auffahren von Hauptförderstrecken, besonders bei steilem Einfallen, wo kleine Flöz-„Wellen" nur geringfügige Streckenkrümmungen zur Folge haben und wo außerdem der Gebirgsdruck aus dem Hangenden mehr zurücktritt. In vielen Fällen aber geht man noch weiter und legt die Hauptförderstrecken völlig ins Nebengestein, wobei man ein möglichst standfestes Gebirgsmittel (Sandstein) für sie aussucht. Man verzichtet dann allerdings auf die Erleichterung des Vortriebes, die in Flözstrecken durch die leichte Gewinnbarkeit des Flözes und durch seine Benutzung zur Herstellung eines Einbruchs für die Schießarbeit erzielt wird. Dafür aber erreicht man vollständige Unabhängigkeit der Förderstrecken vom Abbau und weitgehenden Schutz der Strecken vor den Abbauwirkungen, daher geringe Ausbesserungsbedürftigkeit und demgemäß eine bedeutende Ersparnis an laufenden Betriebskosten. Auch kann die Hauptförderstrecke geradlinig, als Richtstrecke, getrieben werden, was besonders bei flacher Lagerung vorteilhaft ist und die Anwendung maschineller Streckenförderung ermöglicht oder doch wesentlich erleichtert.

Das Bestreben, Vorrichtungsbetriebe in das Gestein zu legen, dem wir bereits oben bei der Herstellung von seigeren Bremsschächten an Stelle von Bremsbergen in den Flözen begegnet sind, steht überhaupt im heutigen Steinkohlenbergbau im Vordergrunde.

52. — Sonstige streichende Strecken. Wetter- und Sumpfstrecken dienen denselben Zwecken wie Wetter- und Sumpfquerschläge. Unter den Wetterstrecken nehmen im Steinkohlenbergbau die von vornherein lediglich als solche getriebenen Strecken eine besondere Stellung ein. Hierhin gehören solche Strecken, wie sie auf schlagwettergefährlichen Gruben unmittelbar unter dem frischen Wetterstrom der oberen Sohle aufgefahren werden, um im Verein mit entsprechenden Wetterquerschlägen die getrennte Abführung der verbrauchten Wetter der unteren Sohle zu ermöglichen. Auch die auf einer Sattelkuppe hergestellten Wetterstrecken (Abb. 307) werden von vornherein als solche getrieben. Sie sollen die Wetter einer Bauabteilung über die Kuppe eines in der Streichrichtung sich heraushebenden Sattels hinweg zur höheren Sohle oder zu einem von dieser aus niedergebrachten Gesenk abführen. In sehr

Digitized by Google

grubengasreichen Flözen werden ſolche Strecken auch wohl nur deshalb getrieben, um dem Flöze Gelegenheit zur Entgasung zu geben und den Abbau weniger gefährlich zu machen.

Im allgemeinen aber werden einfach die früheren Förderstrecken der höheren Sohlen und Teilsohlen später als Wetterstrecken benutzt.

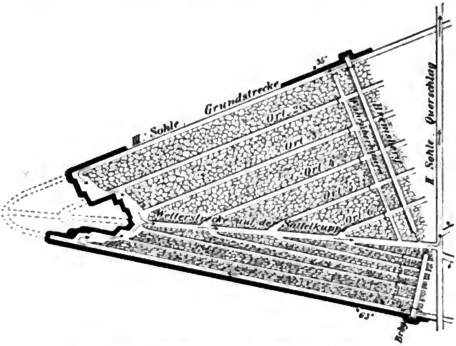


Abb. 307. Wetterstrecke auf einer Sattelkuppe.

d) Streckenbetriebe im Einfallen.

53. — Zwecke und Arten. Die im Einfallen der Lagerstätte aufwärts oder abwärts getriebenen Vorrichtungstrecken sollen zu der Einteilung der Lagerstätte von unten nach oben, wie sie durch die Grund- und Teilsohlenstrecken vermittelt wird, eine solche nach der Streichrichtung hinzufügen. Außerdem dienen sie zur Förderung, Fahrung und Wetterführung. Je nach Zweckbestimmung und Art der Herstellung unterscheiden wir Überhauen (auch „Schwebende“ genannt), Abhauen, Durchhiebe, Bremsberge und Rollöcher.

54. — Überhauen. Überhauen sind schwebende Betriebe, die von unten nach oben aufgefahren werden. Sie dienen nach Fertigstellung zur Förderung, indem sie als Bremsberge oder Rollöcher ausgebaut werden, zur Fahrung (Fahrüberhauen) oder zur Wetterführung (Wetterüberhauen). Fahr- und Wetterüberhauen kommen in der Regel neben die Bremsberge zu liegen; ihre Herstellung soll daher mit diesen zusammen besprochen werden. Durchhiebe (Durchbrüche) sollen beim streichenden oder schwebenden Begleitortbetriebe die Wetterverbindung zwischen Haupt- und Begleitstrecke sichern. Beim streichenden Betriebe können sie als Überhauen oder als Abhauen hergestellt werden.

55. — Abhauen. Die Abhauen werden von oben nach unten hergestellt. Sie sind in erster Linie erforderlich beim Unterwerksbau (Ziff. 27). In schlagwettergefährlichen Flözen bevorzugt man vielfach auch für die

Digitized by Google

Herstellung von Bremsbergen, Fahrverbindungen und Wetterdurchschlägen das Niederbringen von Abhauen gegenüber dem Aufhauen wegen dessen großer Schlagwettergefahr. Weiterhin zieht man auch der Zeitersparnis halber vielfach das Niederbringen eines Abhauens der Herstellung eines Überhauens vor: man kann die Zeit ausnutzen, während deren auf der unteren Sohle der Querschlag bis zu dem betreffenden Flöze getrieben wird, so daß nach Fertigstellung von Querschlag und Abhauen gleich mit dem Abbau begonnen werden kann. Für das Niederbringen von Abhauen gelten im übrigen dieselben Regeln wie für die Herstellung von Überhauen, Bremsbergen usw. Die Förderung der Kohlen während des Auffahrens erfolgt durch einen kleinen, mit Druckluft oder Elektrizität betriebenen Haspel, bei genügend flachem Einfallen auch durch Schlepper, Seil ohne Ende oder Schüttelrutschen.

56. — Bremsberge. Überblick. Die Bremsberge sollen unter Ausnutzung der Schwerkraft das Fördergut von den Abbaustrecken bis zur nächsttieferen Sohle oder Teilsohle bringen. Sie finden bei flacher sowohl wie bei steiler Lagerung Verwendung. Im letzteren Falle werden sie namentlich im Steinkohlenbergbau viel benutzt, da sie für die Kohlenförderung den Rollöchern gegenüber (s. diese, Ziff. 60) trotz höherer Kosten große Vorteile bieten.

Bei der Herstellung eines Bremsberges ist zu unterscheiden, ob er die von einer Anzahl Abbaustrecken gelieferten Kohlenmengen der nächsten Sohlen- oder Teilsohlenstrecke zuführen soll (Bremsberg mit Zwischenanschlägen, „Örterbremsberg") oder ob er die Aufgabe erhalten wird, die auf einer Teilsohle angekommenen Förderwagen zur Hauptfördersohle herunterzulassen („Transportbremsberg"). Örterbremsberge werden möglichst billig hergestellt, da sie nur den Abbau einer einzelnen Bauabteilung zu überdauern brauchen. Bei steiler Lagerung werden derartige Bremsberge durchweg für eintrümmige Förderung, d. h. für abwechselnde Förderung von vollen und leeren Wagen eingerichtet. Bei flachem Einfallen dagegen werden vielfach auch zweitrümmige Bremsberge durch Anwendung besonderer Kunstgriffe (vgl. den Abschnitt „Bremsbergförderung" in Bd. II) für die Bedienung von Zwischenanschlägen eingerichtet. Beim Rutschenbau (Ziff. 103 u. f.) fallen die Örterbremsberge fort, da sie durch die Förderung am Abbaustoß entlang ersetzt werden. — Transportbremsberge (vgl. z. B. Abb. 349 auf S. 362 oberhalb der 4. Sohle) haben im Gegensatz zu den Örterbremsbergen vielfach eine lange Standdauer auszuhalten und eine große Fördermenge zu bewältigen, so daß bei ihrer Anlage die Rücksicht auf billige Herstellung mehr in den Hintergrund tritt. Sie werden bei flacher Lagerung möglichst für zweitrümmige Förderung eingerichtet. In neuerer Zeit ist allerdings auch ihre Bedeutung sehr zurückgegangen, da sie mehr und mehr durch blinde Schächte ersetzt worden sind.

57. — Herstellung der Bremsberge bei mittlerer und steiler Lagerung. Da ein unmittelbar am Förderseil hängender Wagen vollständig in der Ebene des Flözes, ein auf dem Gestell stehender Wagen dagegen sehr „sperrig" zur Flözebene steht, muß bei der Herstellung von Gestellbremsbergen bedeutend mehr Nebengestein nachgerissen werden als bei Wagenbremsbergen. Außerdem muß bei Gestellbremsbergen mehr Rücksicht

Digitized by Google

auf eine gleichbleibende Neigung der Bremsbergsohle genommen werden, da sonst die Gestelle leicht entgleisen. Daher wird bei mittlerer und steiler Flözlagerung zweckmäßig in der nachstehend beschriebenen Weise verfahren. Zunächst wird ein einfaches Überhauen in der Kohle hochgebracht und nach Fertigstellung mit Kette und Gradbogen aufgenommen. Man erhält dadurch eine hinreichend genaue Vorstellung von den Unebenheiten in der Flözfläche und kann sich darüber schlüssig werden, wo das Hangende und wo das Liegende angegriffen werden muß. Ferner kann man dadurch feststellen, ob etwa ein zu starker Knick auftritt, der die Anordnung von zwei Bremsbergen übereinander auch dann als zweckmäßig erscheinen läßt, wenn das nicht ohnehin wegen der Erhöhung der Förderleistung erwünscht ist. Erst dann beginnt das Nachreißen des Nebengesteins, und zwar bei mittlerem Einfallen von unten, bei steiler Lagerung dagegen (s. Abb. 302 auf S. 314) von oben, damit hier die Leute stets auf dem noch anstehenden Teile des Querschnitts eine sichere Standfläche haben.

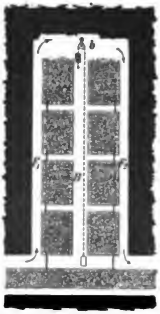


Abb. 308. Breitaufhauen eines Bremsbergs mit ausgespartem Fahrüberhauen und Wetterrösche.

Für jedes Bremsbergfeld ist bei steilerem Einfallen eine Fahrverbindung von unten nach oben vorzusehen. Bei zweiflügeligem Betriebe wird vielfach für jeden Bauflügel, also auf jeder Seite des Bremsberges, eine solche Verbindung hergestellt, damit die Leute nicht genötigt sind, durch den Bremsberg zu fahren, um vor ihren Betriebspunkt zu gelangen. Doch kann der gleiche Zweck auch durch die Verbindung beider Seiten mit Hilfe von Umbrüchen auf den einzelnen Örtern erreicht werden, in welchem Falle ein einziges Fahrüberhauen genügt. Man bringt zweckmäßig (s. Abb. 302) gleichzeitig mit dem später als Bremsberg auszubauenden Überhauen die späteren Fahrüberhauen hoch. Dabei werden in den Höhenlagen der späteren Abbaustrecken diese zwei oder drei schwebenden Betriebe durch streichende Durchhiebe unter sich verbunden, die in Abb. 302, wo nicht breit aufgehauen wird, gleichzeitig als Wetterverbindungen während des Aufhauens dienen; nach Herstellung eines neuen Durchhiebs wird der nächstuntere wetterdicht abgeblendet.

Die beim Nachschießen des Nebengesteins im Bremsberge gewonnenen Berge werden bei starker Flözneigung in einen Rollkasten abgestürzt, den man durch Auskleidung eines Abschnitts des Überhauens herstellt; bei mittlerem Einfallen können sie auch abgebremst werden. Sie werden zweckmäßig gleich als Versatz benutzt. Am besten können die Berge gleich bei der Gewinnung des Grundstreckenpfeilers Verwendung finden, indem man diesen Pfeiler gleichzeitig mit der Erweiterung des Bremsberges in Angriff nimmt (Abb. 302) und die auf Ort 2 aus dem Rolloch abgezogenen oder nach Ort 2 abgebremsten Berge in ihn verstürzt.

58. — **Herstellung der Bremsberge bei flacher Lagerung.** Die Herstellung von Bremsbergen in flachgelagerten Flözen vereinfacht sich wesentlich dadurch, daß das Nebengestein gleich während des Aufhauens

Digitized by Google

nachgerissen werden kann, da die gewonnenen Berge nicht auf dem Liegenden herabrutschen. Auch können diese Berge sofort an Ort und Stelle versetzt werden, indem ein genügend breiter Kohlenstoß (Abb. 308) mitgenommen und durch Bergeversatz ersetzt wird. Man erzielt dadurch dieselben Vorteile wie beim Breitauffahren von Grund-

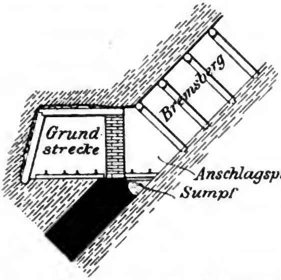


Abb. 309[1]). Bremsberganschlag mit Umbruch im Hangenden.

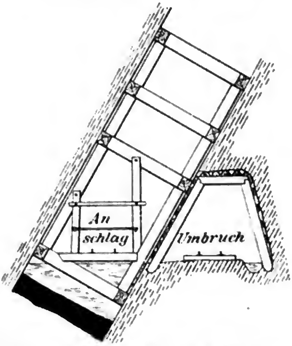


Abb. 310[1]). Anschlag mit Umbruch im Liegenden bei steilerem Einfallen.

strecken (s. oben, S. 314). Wenn die Berge beim Nachreißen in einigermaßen genügender Menge fallen, bringt man sie zu beiden Seiten des Bremsberges

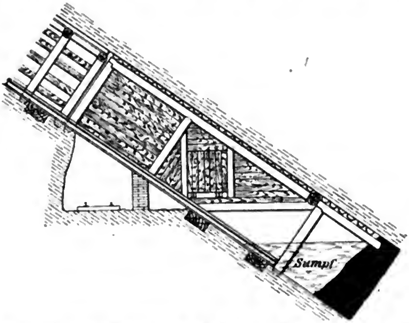


Abb. 311[1]). Anschlag mit Umbruch im Liegenden bei flacherem Einfallen.

unter, um den Gebirgsdruck auf diesen gleichmäßig wirken zu lassen. An den beiden Grenzen des Bergepfeilers werden die späteren Fahrüberhauen

[1]) Sammelwerk Bd. II, Tafel XV.

Digitized by Google

ausgespart. Sind diese entbehrlich, weil der Bremsberg selbst zum Fahren benutzt werden kann, so sieht man hier nur Wetterröschen vor, die die Bewetterung des Aufhauens ermöglichen und später Raum für die Eröffnung des Abbaues bieten. Die Stöße des Bremsberges werden durch Holzpfeiler oder trockene Bergemauerung (vgl. den Abschnitt „Grubenausbau" in Bd. II) gesichert.

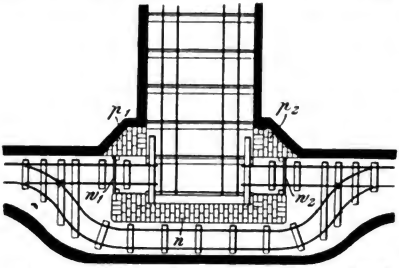


Abb. 312[1]). Anschlag mit Schutzmauer bei flacher Lagerung (Grundriß).

59. — Anschluß der Bremsberge an die Grundstrecken. Am Fuße der Bremsberge sind Vorkehrungen zu treffen, um die Grundstrecken gegen abstürzende Wagen u. dgl. zu sichern; auch ist in der Regel hier ein wetterdichter Abschluß vorzusehen. Bei steilem und mittlerem Flözfallen wird die Grundstrecke durch Verumbruchung im Hangenden (Abb. 309) oder im Liegenden (Abb. 310 und 311) geschützt. Flach geneigte Bremsberge erhalten am Fuße eine Abschlußmauer (Abb. 312), an deren Stelle auch eine Bergemauer (Abb. 313), ein starker Stempelschlag oder weiter gestellte Stempel mit Drahtseilgeschlinge treten können. Außerdem kann bei flacher Lagerung auch ein Kohlenpfeiler zur Sicherung der Grundstrecke dienen und der Bremsberganschlag mit dieser durch eine Gesteinstrecke oder eine Diagonale im Flöz verbunden werden; in diese Verbindungstrecken können die zur Abdichtung dienenden Wettertüren in ähnlicher Weise wie in Abb. 312, wo diese Türen mit w_1 w_2 bezeichnet sind, eingebaut werden.

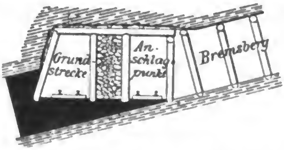


Abb. 313[1]). Anschlag mit Bergemauer bei flacher Lagerung (Profil).

60. — Rollöcher. Die Rollöcher, auch „Rollkasten" oder „Rollen" (Stürz- oder Förderrollen) genannt, ermöglichen in genügend steil einfallenden Lagerstätten eine bequeme und billige Abwärtsförderung, eignen sich freilich nur für Fördergut, das eine rauhe Behandlung ertragen kann. Im Steinkohlenbergbau kommen sie vorzugsweise für die Förderung von Versatzbergen in Frage, während die Kohlenförderung mit Rücksicht auf die starke Zerkleinerung und Staubbildung nur ausnahmsweise durch Rollöcher erfolgt, z. B. beim Hochbringen von Überhauen oder beim Abbau kleiner, durch Gebirgstörungen abgegrenzter Feldesteile, für die die Herstellung von Bremsbergen sich nicht lohnen würde. Das Haupt-

[1]) Sammelwerk Bd. II, Taf. XV.

Digitized by Google

anwendungsgebiet der Rollochförderung ist der Erzgangbergbau, für den sie die Regel bildet. Da die Rollen jedoch hier meist nicht als Vorrichtungsbaue vor Beginn des Abbaues hergestellt, sondern in dessen Verlauf im Bergeversatz ausgespart werden, so soll die Besprechung der beim Erzbergbau üblichen Stürzrollen erst unter „Abbau" erfolgen.

Rollöcher erfordern naturgemäß nur geringe Querschnitte. Allerdings ist neben der eigentlichen Rolle eine Fahrabteilung (*f* in Abb. 314) vorzusehen, damit etwaige Verstopfungen bequem und gefahrlos beseitigt werden können.

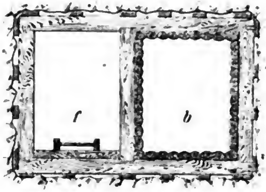


Abb. 314. Bergerolloch mit Fahrtrumm.

Der Ausbau ist je nach der Bestimmung der Rollen verschieden. Für die Kohlenförderung genügt eine leichte Abkleidung am Liegenden und Hangenden, um Verunreinigungen der Kohle zu verhüten. Bergerollen werden mit einer kräftigen Verschalung an allen vier Seiten versehen, die aus Bohlen oder Rundhölzern hergestellt wird; ein Rolloch mit besonders kräftigem Ausbau aus Schachthölzern mit starker Halbholzverschalung zeigt Abb. 314. Bei flacherem Einfallen (25—30°) oder bei Verwendung geschlossener Rutschen zur Förderung (vgl. den Abschnitt „Rollochförderung" in Bd. II) erübrigt sich eine besondere Verschalung.

e) Lösungstrecken für besondere Zwecke.

61. — Vorbemerkung. Beim Vortreiben von Strecken irgendwelcher Art, die an alten Bauen vorbeigetrieben werden oder unmittelbar in diese durchschlagen sollen, sind besondere Vorsichtsmaßregeln erforderlich, da in solchen Bauen Standwasser und Ansammlungen schädlicher Gase zu vermuten sind, die vielfach unter hohem Drucke stehen. In anderen hierher gehörigen Fällen handelt es sich um die Durchörterung großer Verwerfungen mit Wasserführung oder um die Abzapfung ersoffener Schächte von unten her.

62. — Vorbohren. Eine einfache und zweckmäßige Vorsichtsmaßregel ist das Vorbohren nach Abb. 315. Es ermöglicht bei Bauen, die umfahren werden sollen, in der Regel das rechtzeitige Erkennen einer zu weitgehenden Annäherung durch Wassertröpfchen oder Gasausströmungen, die aus einem vorgebohrten Loche austreten. Sollen die Hohlräume angefahren werden, so werden die Leute durch diese Anzeichen rechtzeitig zur größten Vorsicht gemahnt. Auch wird eine allmähliche Abzapfung der Standwasser durch die Bohrlöcher ermöglicht; jedoch empfiehlt es sich, zu diesem Zwecke, nachdem man der unterirdischen Wasseransammlung genügend nahe gekommen ist, besondere Bohrlöcher herzustellen und mit Rohrverschluß nebst Hahn und Manometer aus-

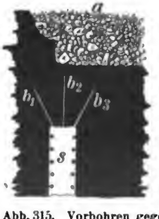


Abb. 315. Vorbohren gegen den alten Mann.

Digitized by Google

zurüsten[1]). Die Vorbohrlöcher werden nach den Seiten hin, auf denen die Wassersäcke zu vermuten sind, also erforderlichenfalls nicht nur in der Firste, sondern auch an beiden Stößen hergestellt (b_1—b_3 in Abb. 315). Sie erhalten eine schräge Richtung und eine Länge von mindestens 2,5—3 m; jedoch muß die Länge um so größer genommen werden, je höher der zu erwartende Wasserdruck und je wasserdurchlässiger und gebrächer das Gebirge ist, so daß z. B. beim Vorbohren in der Kohle Längen von 5—6 m gebräuchlich sind. Den genauen Überblick über den jeweiligen Stand der Bohrungen sichert man sich durch die Führung einer Liste, in die die Richtung und Tiefe der einzelnen Bohrlöcher eingetragen wird.

Gegen das Herausschleudern des Bohrers bei unvermutetem Anbohren der Wasseransammlungen und gegen das Hervorbrechen großer Wassermassen aus diesen schützen Einrichtungen, für die Abb. 119 auf S. 125 ein Beispiel gibt.

63. — Weitere Sicherheitsmaßregeln. Ferner muß für die Herstellung eines gesicherten Fluchtweges für die Leute gesorgt werden. Die Lösungstrecke darf daher nicht zu stark ansteigend aufgefahren werden; nach Möglichkeit ist auch darauf Bedacht zu nehmen (namentlich bei Lösungstrecken in der Lagerstätte), daß in nicht zu großer Entfernung vom Ortstoß Überhauen oder blinde Schächte, die mit höheren Grubenbauen durchschlägig sind, den Leuten die Flucht nach oben ermöglichen. Besonders wichtig ist ferner die Beleuchtung; da Sicherheitslampen bei unvermutetem Anhauen von wasser- und gaserfüllten Hohlräumen durch den plötzlichen Schlag erlöschen können, so empfiehlt es sich, nicht nur die Leute mit elektrischen Lampen auszurüsten, sondern auch die ganze Strecke mit elektrischer Beleuchtung zu versehen.

IV. Abbau.

64. — Bedeutung eines vollständigen Abbaues. Die bedrängte Lage unseres Vaterlandes macht für den deutschen Bergbau größte Sparsamkeit in der Auswertung der Bodenschätze und demgemäß einen möglichst vollständigen Abbau der erschlossenen Lagerstätten zur Pflicht. Aber auch bergmännische Erwägungen wirken in gleichem Sinne. Allerdings ist bei reinem Abbau der gegenwärtige Gewinn vielfach bedeutend geringer als bei dem sog. „Raubbau“, d. h. der rücksichtslosen Beschränkung des Abbaues auf die wertvollsten Lagerstätten und Lagerstättenteile, wobei aber die gegenwärtigen Gewinne in der Zukunft mit unverhältnismäßig großen Verlusten bezahlt werden.

Die Vollständigkeit der Gewinnung besteht nicht nur darin, daß möglichst jede Lagerstätte abgebaut wird, sondern auch darin, daß in jeder Lagerstätte die Abbauverluste möglichst eingeschränkt werden. In erster Hinsicht ist z. B. zu berücksichtigen, daß der Nachteil einer geringen Mächtigkeit durch eine für die Arbeit und Förderung bequeme steile Lagerung, der

[1]) Glückauf 1909, Nr. 18, S. 617 u. f.; Stegemann: Das Vorbohren als Sicherungsmittel gegen Wasser- und Gasdurchbrüche.

Digitized by Google

Nachteil einer unreinen Kohle durch geringen Gebirgsdruck, der Nachteil einer starken Schlagwetterentwickelung durch einen hohen Marktwert der Kohle, der Nachteil höherer Abbaukosten durch geringe Entfernung des Flözes vom Schachte und dementsprechend verringerte Förderkosten ausgeglichen werden kann. Sogar der Abbau eines an sich unbauwürdigen Flözes kann noch lohnend sein, wenn nämlich ein solches Flöz zwischen mehreren bauwürdigen Flözen auftritt und so sein Abbau das Vordringen in größere Teufen verlangsamt und die Verteilung der Ausrichtungs-, Streckenförderungs-, Wasserhaltungs- und Schachtförderkosten auf eine größere Kohlenmenge ermöglicht, oder wenn sein Abbau den Versatz überschüssiger Bergemengen, die Verwendung von anderwärts wiedergewonnener Zimmerung gestattet u. dgl.

Der möglichst reine Abbau des einzelnen Flözes ist für den Steinkohlenbergbau noch in anderer Hinsicht wichtig. Denn die im alten Mann oder in unverritzten Flözen zurückbleibenden Kohlenmengen erschweren und gefährden durch starke Gasentwickelung den Betrieb. Die Kohlen im alten Mann insbesondere verursachen durch ihre Erwärmung infolge allmählicher Sauerstoffaufnahme vielfach Grubenbrände und haben in jedem Falle eine für die Abbaubetriebe schädliche Wärmeentwickelung zur Folge.

Der vollständige und reine Abbau steigert den Wert des ganzen Grubenfeldes mit seinen Lagerstätten entsprechend. Auch geht der Abbau auf diese Weise so lange wie möglich in den oberen Teufen um, in denen die günstigsten Verhältnisse herrschen, da Wärme und Gebirgsdruck noch gering und die Kosten für die Wasserhaltung und Förderung noch mäßig sind. Ferner verteilen sich die Kosten für die Ausrichtungsarbeiten jeder Sohle auf eine größere Fördermenge.

65. — Rücksicht auf benachbarte Lagerstätten. Im allgemeinen galt früher im Steinkohlenbergbau der Grundsatz, das hangende Flöz vor dem liegenden abzubauen, um den Abbau im ersteren den Bruchwirkungen

Abb. 316. Gleichzeitiger Abbau auf Nachbarflözen.

des Abbaues im Nachbarflöz zu entziehen. Jedoch hat dieser Grundsatz durch die allgemeine Einführung des Bergeversatzes, der die Abbauwirkungen nach einiger Zeit in der Regel völlig zur Ruhe kommen läßt, wesentlich an Bedeutung verloren. Vor dem Festdrücken des Versatzes im liegenden Flöz ist hier allerdings (s. Abb. 328 auf S. 344) außer der Beunruhigung des Gebirges mit dem Nachteil zu rechnen, daß der Druck des Hangenden auf den Kohlenstoß im hangenden Flöz vermindert und so die Gewinnung verteuert wird. Jedoch können trotzdem bei nicht ganz flacher Lagerung gewisse Teile der liegenderen Lagerstätten schon vor Beendigung des Abbaues

Digitized by Google

in den hangenderen in Verhieb genommen werden, sofern nur die unten (Ziff. 170) zu besprechenden Bruchwinkel, d. h. die Winkel gegen die söhlige Ebene, unter denen sich die Bruchwirkungen fortpflanzen, berücksichtigt werden. So z. B. würden bei dem in Abb. 316 angenommenen Bruchwinkel von 60° nach Abbau des Teilsohlenabschnitts I im Flöze *A* bereits die Abschnitte I und II im Flöze *B* oder die Abschnitte I bis III im Flöze *C* oder endlich alle vier Abschnitte im Flöze *D* abgebaut werden können, ohne daß sich nachteilige Wirkungen auf den Abbau der unteren Abschnitte im Flöze *A* ergeben würden.

66. — **Ein- und zweiflügeliger Abbau.** Man unterscheidet bei der Bremsbergförderung den ein- und zweiflügeligen Abbaubetrieb, je nachdem das Baufeld vom Bremsberge aus nur nach einer Seite oder gleichzeitig nach beiden Seiten hin in Angriff genommen wird. Im allgemeinen wird der zweiflügelige Bau bevorzugt, da er die doppelte Angriffsfläche liefert und eine entsprechend höhere Förderleistung ermöglicht. Doch muß dabei auch auf die Förderung Rücksicht genommen werden.

Das Anschlagen von beiden Seiten macht keine Schwierigkeiten, wenn mit Gestellen gefördert wird, wogegen Wagenbremsberge wegen der Rücksicht auf das Gegengewichts- oder zweite Fördergleise besondere Hilfseinrichtungen erfordern. Die Ausnutzung der Bremsberge und ihre Leistungsfähigkeit ist namentlich bei Gestellförderung größer als bei einflügeligem Betrieb, weil infolge der Kohlenzufuhr von beiden Seiten die flache Bauhöhe geringer genommen werden kann und muß und infolgedessen die mittlere Förderhöhe im Bremsberg kleiner ausfällt.

Anderseits ist die Förderung in der Streichrichtung bei zweiflügeligem Betriebe mit Bremsbergförderung ungünstiger, da in dem Flügel, dessen Abbau in der Richtung nach dem Schachte hin fortschreitet, eine Rückförderung in den Kauf zu nehmen ist. Ebenso ist hinsichtlich der Stoßstellung mit Rücksicht auf den besten Verhieb (vgl. Ziff. 68) in jedem Falle der eine Flügel ungünstiger gestellt als der andere.

Bei Bremsbergförderung wirkt der zweiflügelige Betrieb auf die Vorrichtung insofern zurück, als wegen der erforderlichen Verringerung der flachen Bauhöhe mit Rücksicht auf die beschränkte Leistungsfähigkeit der Bremsberge mehr Teilsohlen eingelegt werden müssen.

Seinem Grundgedanken nach einflügelig ist der Strebbau mit wandernden Bremsbergen (s. Ziff. 94) und der Rutschenbau (s. Ziff. 103 u. f.).

67. — **Rücksicht auf das Hangende in den Abbauhohlräumen. Haupteinteilung der Abbauarten.** Je nach der Rücksicht, die man beim Abbau auf das Hangende nimmt, können verschiedene Hauptgruppen von Abbauverfahren unterschieden werden. Man kann nämlich das Hangende einfach hinter sich zu Bruch gehen lassen (Bruchbau) oder seine Senkung durch das Einbringen von Versatz mehr oder weniger abschwächen (Abbau mit Bergeversatz) oder endlich durch Anstehenlassen genügend großer Teile der Lagerstätten zwischen den einzelnen Abbauräumen seinen urprünglichen Zusammenhalt voll zu erhalten suchen (Abbau mit Bergfesten).

Von den hiernach sich ergebenden verschiedenen Abbauarten wird man grundsätzlich stets diejenigen mit Bergeversatz zu bevorzugen haben,

Digitized by Google

da sie bei nicht zu starker Störung des Zusammenhangs der hangenden Gebirgschichten einen möglichst vollständigen Abbau gestatten. Sind die Selbstkosten beim Abbau mit Versatz im Verhältnis zum Werte der zu gewinnenden Mineralien zu hoch, so kommen die beiden anderen Abbaumöglichkeiten in Frage. Von diesen wird man dem Bruchbau den Vorzug geben, wenn das Nachbrechen des Hangenden nicht von erheblicher Bedeutung und das Mineral zum Tragen des Hangenden mittels stehenbleibender Pfeiler nicht fest genug ist. Muß aber zur Sicherstellung des Bergbaubetriebes oder aus Rücksicht auf die Tagesoberfläche eine Beunruhigung des Hangenden unbedingt vermieden werden, wie das bei der Gewinnung von wasserlöslichen Mineralien unter wasserreichem Deckgebirge (Kalisalzbergbau), beim Abbau unter dem Meere oder unter Seen und Flüssen oder unter Siedelungen, landwirtschaftlich wertvollem Gelände u. dgl. der Fall ist, so kann bei größerer Mächtigkeit das Stehenlassen von Bergfesten geboten erscheinen. Doch ist auch in solchen Fällen immer auf die Ausbildung möglichst vollkommener und nicht zu teurer Versatzverfahren zu sinnen, um Abbauverluste zu vermeiden, zumal bei größeren Tiefen die Tragfähigkeit der Bergfesten immer zweifelhafter wird (vgl. Ziff. 163).

Abb. 317. Verschiedene Verhiebarten beim Abbau. Die Pfeile bezeichnen die Richtung des Verhiebes, die dünnen Linien die Schlechten.

68. — Verhiebarten. Die Arten des Verhiebes im Abbau veranschaulicht Abb. 317. Man kann den Abbaustoß unten oder oben vorausgehen lassen, ihn streichend, schwebend oder abfallend angreifen und in seiner ganzen Breite gleichmäßig oder mit einzelnen Absätzen vorgehen.

Die Neigung, die man dem Stoße, im ganzen betrachtet, gibt, hängt zunächst von dem Verlauf der Schlechten (Ablösungen) in der Kohle ab, da ein senkrecht gegen diese gerichtetes Vorgehen, d. h. eine den Schlechten gleichlaufend gerichtete Stoßstellung, die Gewinnung wesentlich erleichtert (s. die Abbildung). Diese Rücksichtnahme verlangt bei zweiflügeligem Betriebe (Ziff. 66) eine entgegengesetzte Stoßstellung auf beiden Flügeln, indem der Stoß auf dem einen Flügel oben, auf dem andern unten vorgesetzt werden muß.

Jedoch sind die Schlechten nicht immer ausschlaggebend für die Stellung des Arbeitstoßes. Zunächst ist nämlich ihre Bedeutung geringer bei steilerem Einfallen und beim Abbau mit breitem Blick (Ziff. 103 u. f.), bei dem der Gebirgsdruck die Gewinnung erleichtert. Ferner ist auch besonders auf die Gefahr des Stein- und Kohlenfalls Rücksicht zu nehmen, die je nach dem Fallwinkel und je nach der Beschaffenheit der Kohle oder

Digitized by Google

des Nebengesteins von verschieden großer Bedeutung ist. Eine Voranstellung des Stoßes am oberen Ende bevorzugt man hiernach besonders in steilstehenden, mächtigen Flözen mit nicht zu schlechtem Hangenden, um nicht nur eine Gefährdung der Hauer durch Kohlenfall zu verhüten, sondern ihnen auch einen bequemen Einbau der schweren Zimmerung von einem sicheren Standpunkte aus zu ermöglichen. Ist jedoch das Hangende unzuverlässig, so ist die Voranstellung unten vorzuziehen, um eine Abschließung der Hauer beim Zubruchgehen des Hangenden zu verhüten.

Der schwebende oder abfallende Verhieb (Abb. 317*f*—*h*) eignet sich für flachere Flözneigung. Er wird in erster Linie bei streichendem Verlauf der Schlechten angewandt. Im übrigen bietet er aber auch den Vorteil, daß der Hauer den alten Mann nicht hinter sich, sondern neben sich hat, also besser beobachten kann. Auch ist bei schwebendem Verhieb in mächtigen Lagerstätten die Förderung aus hohen Pfeilern insofern etwas bequemer, als das Gestänge im Abbau immer nur stückweise verlängert zu werden braucht, während es bei streichendem Verhieb im ganzen nachgerückt werden muß und mittlerweile der Abbaustoß sich immer weiter vom Gestänge entfernt.

Die Bildung mehrerer Absätze beim streichenden Verhieb (Abb. 317*d* und *e*) erfolgt vorzugsweise bei steilem Einfallen, um mehrere Angriffspunkte zu schaffen, ohne daß die Hauer sich gegenseitig stören und gefährden. Auch erleichtert dieses Vorgehen die Gewinnung, indem nach dem Einkerben der Ecken die stehengebliebenen Keilstücke auf den Schlechten abgedrückt werden.

A. Abbauverfahren ohne Unterstützung des Hangenden.

69. — **Der Pfeilerbau. Allgemeines.** Von den hier in Betracht kommenden Abbauarten soll nur der Pfeilerbau als die weitaus wichtigste behandelt werden. Er hat seinen Namen daher, daß dem eigentlichen Abbau eine Einteilung des Baufeldes durch Abbaustrecken in einzelne Pfeiler vorausgeht. Das vorgängige Treiben der Strecken ist erforderlich, weil man den alten Mann zu Bruche gehen läßt und deshalb hinter sich lassen, d. h. mit dem Abbau an der Grenze des Baufeldes (daher auch „Pfeilerrückbau") beginnen muß. Da man beim Pfeilerbau das Hangende zu Bruch gehen läßt, nennt man ihn auch „Pfeilerbruchbau".

Die Anwendung des Pfeilerbaues ist im großen und ganzen auf den Stein- und Braunkohlenbergbau beschränkt.

Eine verschiedenartige Ausgestaltung des Pfeilerbaues ergibt sich, je nachdem es sich um Lagerstätten von beliebigem Neigungswinkel mit geringerer oder mittlerer Mächtigkeit oder um flachgelagerte, sehr mächtige Flöze handelt. Die ersteren Bedingungen liegen z. B. im rheinisch-westfälischen, im Saarbrücker und im niederschlesischen Steinkohlenbergbau vor, während die letztgenannten Verhältnisse im oberschlesischen Steinkohlenbergbau (Sattelflözgruppe) und im deutschen Braunkohlenbergbau überwiegen, wo Mächtigkeiten von 10 m und darüber keine Seltenheit sind. Auf den mäßig mächtigen Flözen werden durch die Vorrichtungstrecken lange Pfeiler gebildet, deren Verhieb in gleichmäßiger Weise ununterbrochen

Digitized by Google

von der Baugrenze aus fortschreitet; hinter dem Abbaustoß geht das Hangende nach und nach zu Bruch. Auf den mächtigen, flachliegenden Flözen dagegen werden die Pfeiler wieder in einzelne Abschnitte (Brüche) eingeteilt; jedesmal nach Auskohlung eines Abschnitts wird dessen Hangendes zu Bruch geworfen, ehe zur Gewinnung des nächsten Abschnitts übergegangen wird.

a) Der Pfeilerbau mit gleichmäßig fortschreitendem Verhieb.

1. Der streichende Pfeilerbau.

70. — **Einteilung des Baufeldes.** Die Zahl der Abbaustrecken oder, anders ausgedrückt, die Stärke der Pfeiler hängt in der Hauptsache ab von der Beschaffenheit des Nebengesteins, dem Fallwinkel und der Flözmächtigkeit. Stets wird man auf möglichste Beschränkung der Zahl der Abbaustrecken sehen, da diese wegen der geringen Hauerleistung und großen Unterhaltungskosten den Betrieb verteuern, auch den Gebirgsdruck vorzeitig rege machen. Namentlich in dünnen Flözen wird man größere Streckenabstände wählen, da die Strecken hier teurer als in mächtigen Flözen werden und anderseits die Kohlengewinnung des einzelnen Pfeilers stark hinter derjenigen bei größerer Mächtigkeit zurückbleibt, auch die Hauer nicht so wie in mächtigeren Flözen durch Stein- und Kohlenfall in höheren Pfeilern gefährdet werden.

71. — **Das Treiben der Vorrichtungstrecken.** Um gleichmäßige Betriebsbedingungen beim Rückbau der Pfeiler zu erhalten, ist auf gleichbleibende Stärke der Pfeiler, d. h. auf gleichlaufenden Verlauf der Abbaustrekken zu halten. In flachgelagerten Flözen ist dieserhalb Vorsicht erforderlich, da in diesen eine kleine Zunahme (Abnahme) des Neigungswinkels gemäß Abb. 8 auf S. 15 bereits eine erhebliche Verringerung (Vergrößerung) des Streckenabstandes nach sich zieht. Man muß dann durch Vermittlung von Diagonalstrecken zwei Abbaustrecken zu einer zusammenziehen, (wenn das Einfallen steiler wird), oder von einer Abbaustrecke eine zweite abzweigen, (wenn die Neigung abnimmt), und demgemäß an jedem Durchhieb die Pfeilerstärke messen.

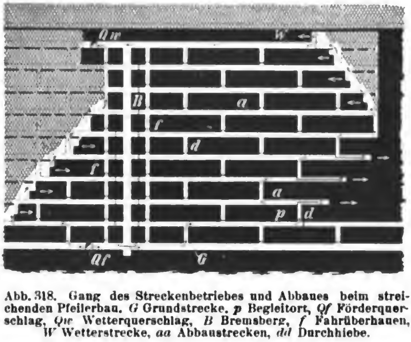


Abb. 318. Gang des Streckenbetriebes und Abbaues beim streichenden Pfeilerbau. *G* Grundstrecke, *p* Begleitort, *Qf* Förderquerschlag, *Qw* Wetterquerschlag, *B* Bremsberg, *f* Fahrüberhauen, *W* Wetterstrecke, *aa* Abbaustrecken, *dd* Durchhiebe.

Da der Verhieb beim Rückbau mit dem obersten Pfeiler beginnt, so muß die oberste Strecke auch zuerst die Baugrenze erreichen. Die übrigen

Digitized by Google

sollen in solchen Abständen (5—10 m) nachfolgen, daß auf jeder Strecke sofort nach Ankunft an der Baugrenze mit dem „Pfeilern" begonnen werden kann, dabei aber angemessene Abstände zwischen den einzelnen Pfeilerstößen bleiben (Abb. 318).

Im übrigen ist beim Auffahren der Vorrichtungstrecken besonders die Bewetterung von Bedeutung, weil diese Strecken in das unverritzte Feld hineingetrieben werden. Die älteste und einfachste Art der Bewetterung ist die aus Abb. 318 rechts ersichtliche mit Durchhieben *d*, die in regelmäßigen Abständen zwischen je zwei Strecken hergestellt und, wenn entbehrlich, abgeblendet werden und von denen aus in schlagwettergefährlichen Flözen Wetterscheider oder -lutten (s. d. Abbildung) bis vor Ort nachgeführt werden müssen. Im übrigen muß bezüglich der Bewetterung der Abbaustrecken auf den Abschnitt „Grubenbewetterung" verwiesen werden. — Fallen beim Auffahren der Vorrichtungstrecken Berge, so werden diese nach Möglichkeit an Ort und Stelle in einem „Damm" untergebracht.

72. — **Vorrichtung unter günstigen Verhältnissen.** Eine besondere Ausbildung des Vorrichtungsbetriebes ergibt sich in mächtigen, flach gelagerten Lagerstätten mit gutem Hangenden dadurch, daß man die Strecken ganz oder nahezu in der Breite der Pfeiler auffährt, wie das besonders im amerikanischen Steinkohlenbergbau und im Minette-Bergbau Lothringens der Fall ist. Ein Beispiel aus dem letzteren gibt Abb. 319, die auch erkennen läßt, daß man zum Schutze der Bremsberge und sonstigen Hauptförderwege in deren Nachbarschaft die Strecken auf eine gewisse Erstreckung (5—10 m) mit geringerer Breite auffährt. Man erzielt bei dieser Betriebsweise im Streckenbetriebe annähernd die gleiche Hauerleistung wie im Abbau. Die Breite der Strecken und Pfeiler hängt dann lediglich von der Rücksicht auf das Verhalten des Hangenden ab, für das auch die Dauer des Abbaues, d. h. die Länge der Bauabteilungen, von Bedeutung ist. Diese Baulänge kann aber gering gehalten werden, da bei derartigen Lagerungsverhältnissen Bremsberge entweder (bei ganz flachem Fallen) überhaupt nicht erforderlich sind oder doch ihre Anlage und Unterhaltung nur geringe Kosten verursacht, so daß man ihre Zahl nicht sehr zu beschränken braucht.

73. — **Der Rückbau der Pfeiler.** Der Rückbau der Pfeiler muß wegen des Nachbrechens des Hangenden mit dem obersten Pfeiler beginnen. Die unteren Pfeiler läßt man dann in Abständen von etwa 5—10 m nachfolgen. Bei steilerer Lagerung muß jeder Pfeiler gegen Steinfall aus dem zu Bruche gehenden alten Mann über ihm gesichert werden. Das geschieht meist durch Anstehenlassen einer Schwebe (in Westfalen „Strang" genannt) am oberen Rande eines jeden Pfeilers. Sie wird durchschnittlich etwa 1 m stark genommen, muß jedoch um so stärker sein, je steiler das Flöz steht, je größer seine Mächtigkeit und je mürber die Kohle ist. Nach unten hin muß sie sicher abgefangen werden. In nicht zu großen Abständen (etwa alle 5 m) werden in der Schwebe Durchbrüche für den Wetterzug hergestellt (Abb. 318). Wegen der großen Kohlenverluste, die das Anstehenlassen der Schweben namentlich bei größerer Flözmächtigkeit mit sich bringt, ersetzt man sie verschiedentlich durch einen starken Stempelschlag, der von jeder Kameradschaft für den nächstunteren Pfeiler, also in der Sohle ihrer Abbaustrecke, eingebracht wird. In dünneren Flözen kann die Schwebe

Digitized by Google

auch durch einen Bergedamm ersetzt werden, in dem die vom Nachreißen der Strecken stammenden Berge untergebracht werden. Auch bei größerer Mächtigkeit kann man nach Abb. 319 die Schweben entbehren, wenn das Einfallen flach und das Hangende fest ist. Hier sind nur in dem oberen Baufelde bei *s* Sicherheitspfeiler vorgesehen, die dieses Feld in je zwei gleichzeitig in Verhieb zu nehmende Abschnitte teilen.

74. — Sicherheitspfeiler. Der Grundstreckenpfeiler (Sohlenpfeiler) sollte nach Möglichkeit beim Auffahren der Grundstrecke (vgl.

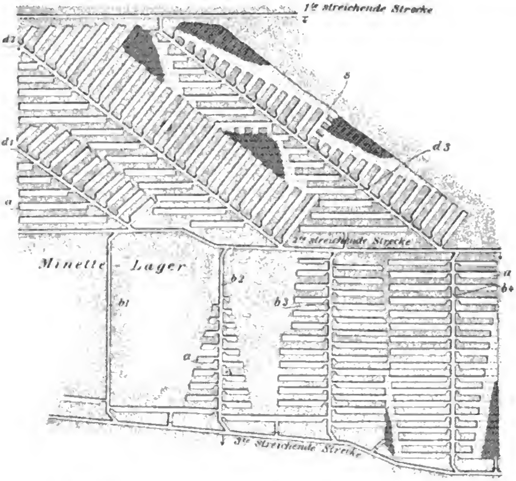


Abb. 319[1]). Pfeilerbau der Minettegrube Moltke bei Algringen.

Ziff. 48) abgebaut und durch Bergeversatz ersetzt werden. Sofern das nicht geschehen ist, muß er zum Schutze der Grundstrecke einstweilen stehengelassen werden, da diese später noch als Wetterabzugstrecke dienen muß. Daher muß beim Abbau eines Baufeldes auch der Sohlenpfeiler über der Wetterstrecke (*W* in Abb. 318 auf S. 329) mitgenommen werden, was nach der Abbildung mit abfallender Wetterführung unter Benutzung eines Wetterscheiders geschieht.

Nach Beendigung des Abbaues einer Bauabteilung wird der zum Schutze des Bremsbergs stehengebliebene Sicherheitspfeiler (falls nicht der Bremsberg von vornherein in Versatz gesetzt war) noch soweit wie möglich verhauen.

[1]) Glückauf 1906. Nr. 47. S. 1545; Dr. Ahlburg: Die Abbauverfahren auf den größeren Minettegruben im Bergrevier Diedenhofen.

Digitized by Google

In den meisten Fällen kann allerdings wegen des mittlerweile aufs höchste gestiegenen Gebirgsdrucks nur ein Teil dieser Pfeilerstücke gewonnen werden; nicht selten muß man sogar auf die Gewinnung überhaupt verzichten.

2. Der schwebende und diagonale Pfeilerbau.

75. — **Schwebender Pfeilerbau.** Beim schwebenden Pfeilerbau werden die Vorrichtungstrecken schwebend aufgefahren und sodann die Pfeiler abfallend zurückgebaut. Dieses Abbauverfahren kommt fast ausschließlich für flache Lagerung in Betracht.

Dem Hochbringen der einzelnen schwebenden Abbaustrecken geht in schlagwettergefährlichen Flözen wie beim streichenden Pfeilerbau die Herstellung eines Wetterdurchhiebes bis zur oberen Sohle oder Teilsohle voraus. Die Bewetterung beim Streckenvortrieb erfolgt mit Hilfe streichender Durchhiebe (*d* in Abb. 320). In den Strecken *s* kann bei genügend flachem Fallen Schlepperförderung umgehen; bei stärkerer Neigung werden kleine „fliegende Bremsen“ mitgenommen, die auch nachher für die Förderung aus dem Abbau Verwendung finden. An die Grundstrecke *G* werden die einzelnen Förderstrecken bei nahezu söhliger Lagerung durch einfache Kranzplatten, bei Bremsförderung durch kleine Diagonalen (*v* in der Abbildung) angeschlossen.

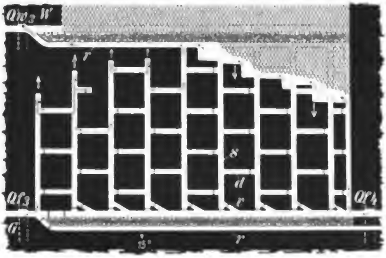


Abb. 320. Schema des schwebenden Pfeilerbaues.

76. — **Anwendung des schwebenden Pfeilerbaues.** Der Grund zu einer Bevorzugung des schwebenden Pfeilerbaues vor dem streichenden liegt verschiedentlich in dem Verlauf der Schlechten in der Kohle. Im übrigen ergibt sich häufig durch geringfügige „Wellen“ im Flöz ohne weiteres ein Übergang vom streichenden zum schwebenden oder diagonalen (s. d.) Pfeilerbau und umgekehrt, falls man die Abbaustrecken ohne Berücksichtigung der kleinen Änderungen im Einfallen geradeaus treiben will.

77. — **Diagonaler Pfeilerbau.** Der diagonale Pfeilerbau ist durch die zwischen Streichen und Einfallen annähernd die Mitte haltende Richtung seiner Abbaustrecken gekennzeichnet. Er wird bei so flachem Einfallen angewendet, daß in den Diagonalen noch durch Schlepper gefördert werden kann. Doch ist er in den wenigen Fällen, in denen er überhaupt vorkommt, in der Regel lediglich eine durch einen Wechsel im Fallwinkel und damit auch in der Streichrichtung bedingte Übergangsform zwischen dem streichenden und dem schwebenden Pfeilerbau. So zeigt z. B. Abb. 319, wie über der zweiten streichenden Strecke an die Stelle des über der dritten Strecke

Digitized by Google

umgehenden streichenden Baues ein halb schwebender, halb diagonaler Bau getreten ist. Die spitzen Winkel zwischen den streichenden Strecken und den Diagonalen, die im Kohlenbergbau wegen der Gefahr ihrer Zerdrückung ein wesentlicher Nachteil des diagonalen Baues sind, wirken hier wegen der größeren Festigkeit des Minerals und des Hangenden nicht schädlich.

3. Beurteilung des Pfeilerbaues mit ununterbrochenem Verhieb.

78. — **Vorzüge und Nachteile des Pfeilerbaues.** Ein Vorzug des Pfeilerbaues ist seine allgemeine Anwendbarkeit in allen solchen Lagerstätten, in denen nicht reichlicher Bergefall oder die Notwendigkeit, die Hohlräume auszufüllen, ohne weiteres zum Abbau mit Versatz nötigen. Er kann in mächtigeren sowohl wie in dünnen, in flachliegenden sowohl wie in steil aufgerichteten Lagerstätten, bei guten sowohl wie bei schlechten Nebengesteinsverhältnissen, im Kohlenbergbau außerdem sowohl in Flözen mit als auch in solchen ohne Bergmittel oder Nachfall angewendet werden. Denn allen diesen verschiedenartigen Bedingungen läßt er sich durch entsprechende Ausgestaltung (größere oder kleinere Abmessungen der Baufelder und einzelnen Pfeiler, streichenden oder schwebenden Verhieb usw.), anpassen und hängt außerdem von der Zuführung „fremder" Berge nicht ab, ohne deshalb das Versetzen von mäßigen Mengen „eigener" Berge an Ort und Stelle auszuschließen.

Auf der anderen Seite sind aber schwerwiegende Nachteile ohne weiteres zu erkennen. Zunächst bringt der Pfeilerbau eine Reihe von Abbauverlusten mit sich. Allerdings können die Kohlenverluste aus dem Anstehenlassen von Grundstrecken- und Bremsberg-Sicherheitspfeilern durch Breitauffahren der Grundstrecken und Bremsberge vermieden und auch die aus dem Anstehenlassen von Schweben sich ergebenden Verluste wesentlich verringert werden. Doch bleiben immer noch große Kohlenmengen anstehen infolge vorzeitigen Zubruchgehens von Pfeilerabschnitten oder starken Gebirgsdrucks, der zum Preisgeben von Pfeilern oder sogar ganzen Bauabteilungen zwingen kann. Daher ist in der Regel mit einem Kohlenverlust von 20 %, vielfach aber auch mit einem solchen von 30 % und darüber zu rechnen. Zu dem Verlust, den diese nicht gewonnenen Mineralmengen darstellen, treten im Steinkohlenbergbau noch die durch Wärme- und Gasentwicklung aus den zurückbleibenden Kohlen sowie durch deren Brandgefährlichkeit sich ergebenden Belästigungen und Gefahren. — Dazu kommt die ungünstige Wirkung der offenstehenden oder doch nur teilweise durch Zubruchgehen des Hangenden ausgefüllten, ausgedehnten Hohlräume; diese geben dem frischen Wetterstrom Gelegenheit, sich zu zerstreuen, und bilden große Sammelbehälter für schädliche Gase, die namentlich bei plötzlichen Barometerstürzen und bei dem plötzlichen Zubruchgehen größerer Hohlräume in Masse den belegten Bauen zuströmen und so eine ständige Bedrohung für diese bilden. — Außerdem wirkt der Pfeilerbau stark auf das Gebirge ein, da er dieses in zahlreiche einzelne „Schollen" zerbrechen läßt. Dadurch werden zunächst die Grubenbaue unter großen Druck gebracht, der sich namentlich beim Vordringen in größere Teufen sehr nachteilig bemerkbar macht. Weiterhin aber wird die Tagesoberfläche durch diese

Digitized by Google

Brucherscheinungen stark in Mitleidenschaft gezogen. — Ein weiterer Übelstand ist die Verschlechterung der Kohle, die infolge der vielfachen Durchörterung mit Strecken und Durchhieben nicht nur reichliche Gelegenheit zur Entgasung erhält, sondern auch durch den Gebirgsdruck mürbe gemacht und so in ihrem Stückkohlengehalt wesentlich beeinträchtigt wird. Zwar gibt es in dieser Beziehung auch Ausnahmen: in sehr schlagwetterreichen Flözen kann die dem Abbau vorhergehende Entgasung, in Flözen mit festem Hangenden und harter Kohle die Entfesselung des Gebirgsdrucks, der die Gewinnung erleichtert, bis zu einem gewissen Grade erwünscht sein. Doch sind bei stärkerer Grubengasentwicklung wieder die ohnehin stets bedenklichen Durchhiebe besonders gefährlich.

79. — Wirtschaftlichkeit des Pfeilerbaues. Der Pfeilerbau wurde namentlich früher für billig gehalten, weil bei ihm die Beschaffung von Versatzbergen und die durch die Ausführung der Versatzarbeit verursachten Kosten für Löhne und besondere Einrichtungen fortfallen. Diese Rechnung war jedoch zu kurzfristig aufgemacht, denn dieser Ersparnis stehen verschiedene Ausgaben gegenüber, die die Selbstkosten stark belasten. Zunächst verteuert das Auffahren der Strecken und Durchhiebe wegen der dabei erzielten geringen Hauerleistung und der schlechten Ausnutzung der Bremsbergförderung den Betrieb wesentlich. Ferner erfordern Strecken und Bremsberge, da sie lange offen bleiben müssen und stark unter Druck kommen, große Unterhaltungskosten; dementsprechend sind die Holzkosten hoch, zumal auch eine Wiedergewinnung des Holzes im Abbau kaum möglich ist. Dazu treten als mittelbare Selbstkosten: die Bergeförderung aus Gesteinsbetrieben aller Art mit ihrer Belastung der Förderschächte und den für den Haldensturz notwendigen Ausgaben für Grunderwerb, Löhne und Fördereinrichtungen sowie ferner die erheblichen Aufwendungen für Bergschäden. Hierhin sind auch die bereits vorhin gewürdigten Abbauverluste zu rechnen.

Alles in allem ergibt sich sonach, daß auch hinsichtlich der Gestehungskosten der Pfeilerbau dem Abbau mit Bergeversatz meist nachsteht.

Dennoch wird wahrscheinlich der Pfeilerbau in manchen Fällen das Feld behaupten, nämlich dann, wenn (wie im Minettebergbau) günstige Gesteinsverhältnisse die Abbauverluste und die Kosten für die Streckenunterhaltung verringern, die Schlagwettergefahr und die Wärmeentwicklung unerheblich und die Bergschädenkosten wegen geringer Besiedelung des Geländes geringfügig sind, anderseits aber in Flözen von einer gewissen Mächtigkeit die Beschaffung und Zuführung von Bergen (z. B. wegen abgelegener Lage der Abbaubetriebe oder wegen Erschöpfung der alten Bergehalden oder wie vielfach im Aachener Bezirk wegen ungünstiger Lagerungsverhältnisse) besonders teuer sein würde.

b) Der Pfeilerbau in einzelnen Abschnitten (Pfeilerbruchbau im engeren Sinne).

80. — Grundgedanke. Sollen Flöze von großer Mächtigkeit bei flacher Lagerung abgebaut werden, so ergibt sich eine besondere Ausgestaltung des Pfeilerbaues, da hier dieselbe Kohlenmächtigkeit, die beim Bau auf dünneren Flözen erst im Laufe von längeren Jahren, von den hangenden zu den

Digitized by Google

liegenden Flözen fortschreitend, abgebaut wird, auf einmal zum Verhiebe kommt. Zunächst müssen die hohen Kohlenstöße möglichst bald vom Drucke des Hangenden, soweit das überhaupt möglich ist, entlastet werden. Denn wegen ihrer größeren freien Flächen sind sie gegenüber diesem Drucke viel weniger widerstandsfähig als die Stöße in Flözen von geringerer Mächtigkeit. Außerdem ist mit Rücksicht auf die Tagesoberfläche ein längeres Offenstehen der großen Hohlräume besonders bei festem Gebirge äußerst bedenklich; denn ein plötzliches Zubruchgehen ausgedehnter „Glocken“ zieht noch wesentlich stärkere, erdbebenartige Erscheinungen nach sich, als sie bereits beim Abbau von weniger mächtigen Flözen beobachtet werden. (Vgl. auch die Ausführungen unter „Gebirgsdruck“ im Abschnitt „Grubenausbau“ des II. Bandes.) Daher überläßt man unter solchen Verhältnissen das Hangende nicht sich selbst, sondern führt jedesmal nach Freilegung einer mäßig großen Fläche durch „Rauben“ der Zimmerung das Zubruchgehen des Hangenden künstlich herbei. Daraus ergibt sich das als „Bruchbau“[1]) bezeichnete Verfahren.

Aus diesem mit der Gewinnung abwechselnden Zubruchwerfen des Hangenden folgt die Einteilung eines Pfeilers zwischen zwei Abbaustrecken in eine Reihe einzelner Abschnitte, deren jeder für sich zunächst verhauen und dann zu Bruch geworfen wird.

Bereits oben wurden als Hauptanwendungsgebiete dieses Pfeilerbaues der oberschlesische Steinkohlenbergbau und der Braunkohlenbergbau bezeichnet. Jedoch unterscheiden beide sich dadurch, daß das Hangende im oberschlesischen Bergbau vorzugsweise aus sprödem Gebirge (Sandstein), im Braunkohlenbergbau dagegen aus milden, nachgiebigen Schichten besteht.

81. — **Oberschlesischer Pfeilerbau.** In Oberschlesien war dieser Abbau früher in den „Sattelflözen“ (s. oben, S. 73—74), deren Mächtigkeit 4—10 m und mehr beträgt, fast ausschließlich in Gebrauch; jetzt tritt auch hier der Abbau mit Bergeversatz mehr und mehr in den Vordergrund. Der oberschlesische Pfeilerbruchbau wird durch die Abbildungen 321—323 veranschaulicht. Die einzelnen Bremsberge werden in der Regel einflügelig abgebaut, da sie sonst die wegen der großen Mächtigkeit gelieferten bedeutenden Kohlenmengen nicht würden bewältigen können, auch zu stark in Druck kommen würden. Die Abbaustrecken werden meist rd. 3 m breit und hoch aufgefahren.

Der Rückbau der Pfeiler erfolgt wie beim Pfeilerbau auf dünneren Flözen von hinten und oben nach vorn und unten. Die Breite der vorhin erwähnten Unterabschnitte beträgt meist 7—8 m. Die Ausgewinnung eines jeden Abschnitts wird eingeleitet durch Hochbrechen in der Abbaustrecke bis zur Firste (d. h. bis zum Hangenden oder bis zu der etwa unter diesem anzubauenden Kohlenbank) unter gleichzeitiger Verbreiterung der Abbaustrecke auf 5 m. Das Hangende der so verbreiterten Abbaustrecke *A* (Abb. 321) wird durch schwebende Kappen *f* abgefangen, die zunächst beiderseits in

[1]) Dieser Ausdruck kann allerdings zu Verwechslungen Anlaß geben, da der aus dem Erzbergbau übernommene Ausdruck „Bruchbau“ ursprünglich den Abbau in oder unter losen Bruchmassen bezeichnete (vgl. die Lehrbücher von Serlo, Köhler, Treptow u. a.).

Digitized by Google

den Kohlenstoß eingebühnt werden, nach begonnenem Verhieb des eigentlichen Pfeilers aber mit ihrem oberen Ende auf der untersten der in diesem eingebauten streichenden Kappen *s* ruhen. — Sodann erfolgt die Gewinnung der im Pfeiler selbst anstehenden Kohle, und zwar schwebend durch firstenbauartigen (Abb. 322*a*) oder strossenbauartigen (Abb. 322*b*) Verhieb unter Abstützung der überhängenden Kohlenbank bzw. des Hangenden durch Hilfstempel und -spreizen. Der Firstenangriff bildet die Regel.

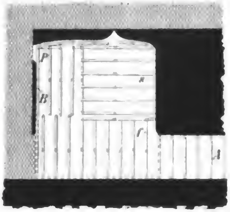
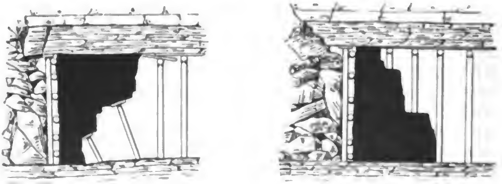


Abb. 321. Verzimmerung eines Abschnitts beim oberschlesischen Pfeilerbau.

Liegen die Verhältnisse schwierig, d. h. ist bei großer Flözmächtigkeit ein wenig festes Hangendes vorhanden, so läßt man zunächst gegen den alten Mann der oberen Strecke sowohl wie gegen denjenigen des benachbarten, „ausgeraubten" Abschnittes ein Kohlen-„Bein" stehen, das nach beendigtem Verhiebe des Abschnittes noch soweit wie möglich hereingewonnen wird. Man muß dabei mit großer Vorsicht vorgehen, um ein Hereinrollen und Hereinbrechen des zu Bruch gegangenen Hangenden in den Abbauraum zu verhüten. Daher beginnt man bei dem oberen Bein (*P* in Abb. 321) mit dessen Schwächung in der Mitte und arbeitet von dort aus langsam und vorsichtig nach den Seiten weiter. Das seitliche Bein *B* wird in ebenso vorsichtiger Weise von oben nach unten abgebaut, soweit das möglich ist.

Während des Auskohlens eines Pfeilerabschnittes wird seine vordere



a *b*

Abb. 322 *a* und *b*. Verhiebarten beim oberschlesischen Pfeilerbau.

sowohl wie seine untere Kante durch die sog. „Orgeln" O_1 und O_2 (Abb. 323) gesichert, die durch Stempel, die zwischen den einzelnen Kappen eingebaut sind, gebildet werden. Die Orgeln sollen das Hereinbrechen des Hangenden auf den jeweiligen Abschnitt beschränken und das Weiterrollen der hereingebrochenen Blöcke in die seitlich und nach unten hin angrenzenden Abschnitte verhüten. Die Zahl der Orgelstempel richtet sich daher nach den zu erwartenden Druckverhältnissen und nach der Größe der einzelnen Blöcke; im Bedarfsfalle werden die Stempel nicht nur sehr dicht gestellt, sondern

Digitized by Google

auch noch durch Vorstempel verstärkt (vgl. auch den Abschnitt „Grubenausbau" in Bd. II).

Ist der Verhieb eines Abschnittes beendigt und sind die Orgeln gestellt, so erfolgt das „Rauben", d. h. die Entfernung der Stempel. Wegen der Gefährlichkeit dieser Arbeit raubt man nicht alle Stempel, sondern nur die weniger belasteten; auch dürfen zum Rauben nur besonders erfahrene und gewandte, dem Ortsältesten sich unbedingt unterordnende Leute verwendet werden. Weil Bewegungen im Hangenden sich

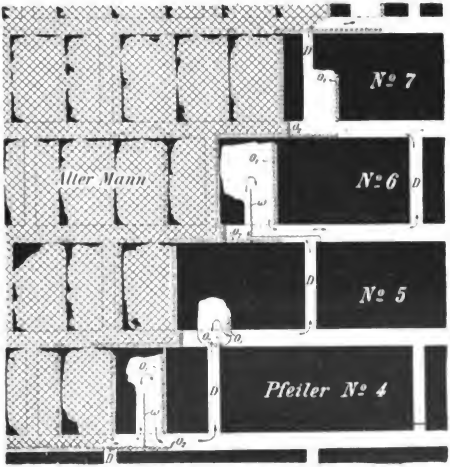


Abb. 323. Grundriß mehrerer Abbaubetriebe beim oberschlesischen Pfeilerbau.

durch kleine Geräusche ankündigen, darf das Rauben nur bei größter Stille, d. h. nicht während der Förderschicht, erfolgen.

Nach dem Rauben wird der Abschnitt an seinem vorderen Ende in der Strecke durch einen starken Verschlag („Damm") abgeschlossen (Abb. 323), um das Hereinrollen von Bergen in die Strecke und deren Zubruchgehen beim Rauben zu verhüten.

Liegen die Verhältnisse günstiger, so kann ohne oberes Bein gearbeitet werden. Vielfach läßt man aber auch das seitliche Bein fort, um die Kohlenverluste zu verringern. Man muß dann diesen Kohlensicherheitspfeiler, dem Vorrücken des schwebenden Verhiebes nach oben entsprechend, durch eine starke Zimmerung („Versatzung") ersetzen. Zu diesem Zwecke wird die den vorher ausgekohlten Abschnitt begrenzende Orgel ausreichend verstärkt, indem etwa herausgeschlagene Stempel ersetzt und

Digitized by Google

außerdem die Stempel noch durch schräge Streben gegen Firste und Sohle verspreizt werden.

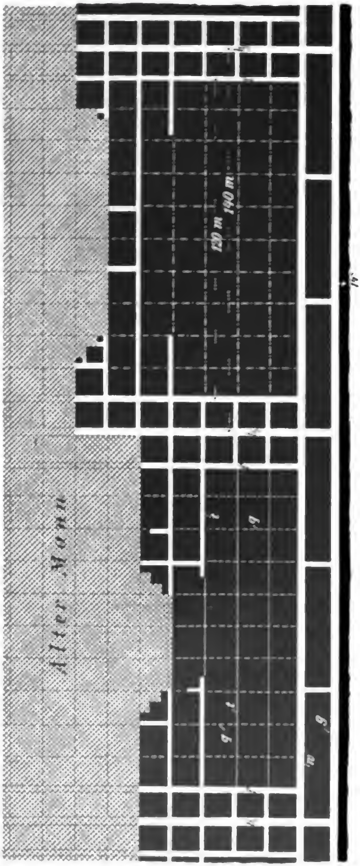


Abb. 324. Deutscher Braunkohlen-Pfeilerbruchbau in geneigten Scheiben.

Die Wetterführung wird gleichfalls durch die Abbildungen veranschaulicht. Der frische Wetterstrom streicht in der nach dem Bremsberg hin zunächst gelegenen Reihe von Durchhieben *D* hoch und wird von diesen aus in streichender und schwebender Richtung durch Wetterscheider den einzelnen Bauabschnitten zugeführt (Pfeiler Nr. 4 und 6). Kann das obere Bein ganz durchbrochen werden (Pfeiler Nr. 7), so geht der Wetterstrom durch diesen Durchbruch unmittelbar zum nächsthöheren Pfeiler.

82. — Pfeilerbruchbau in der Braunkohle. Im Braunkohlenbergbau sind die aus Sand, Kies und Ton bestehenden Deckschichten vielfach von so geringer Mächtigkeit, daß die geworfenen Brüche sich gleich bis zur Erdoberfläche fortpflanzen. Da in der Regel nur ein Flöz abgebaut wird, kann nach dessen Verhieb, sobald das Hereinbrechen der Deckschichten abgeschlossen ist, die Oberfläche gleich wieder in Benutzung genommen werden.

Der Pfeilerbruchbau auf Braunkohlenflözen zeigt gewisse Verschiedenheiten, je nachdem die Kohle von milder oder fester Beschaffenheit ist und je nachdem der Abbau in söhligen (in sehr mächtigen und in

Digitized by Google

flachgelagerten Flözen) oder in geneigten Bauabschnitten (in geneigten Flözen von geringer und mittlerer Mächtigkeit) geführt wird. Im letzteren Falle ist noch zu unterscheiden, ob das ganze Flöz auf einmal (bei geringerer Mächtigkeit) in Angriff genommen wird oder ob (bei größerer Mächtigkeit) der Abbau bankweise erfolgt.

Die Vorrichtungstrecken werden zur Vermeidung unnötiger Unterhaltungskosten, da der Abbau wegen der großen Mächtigkeit nur langsam vorrückt, nach Möglichkeit erst ganz kurz vor dem Abbau aufgefahren; die Vorrichtung erfolgt daher wie der Abbau in kleinen Abschnitten.

Ein für die meisten deutschen Braunkohlen-Tiefbaue bezeichnender Abbau wird in den Abbildungen 324—326 veranschaulicht. Er erfolgt in geneigten (Abb. 324) oder söhligen (Abb. 325 und 326) Scheiben. In jeder beginnt die

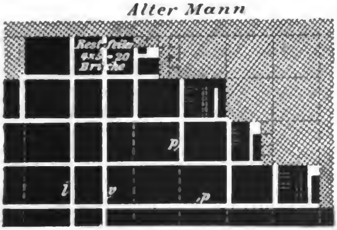


Abb. 325.

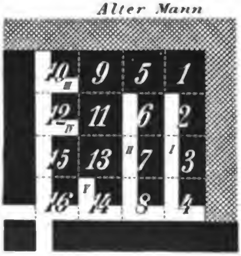


Abb. 326.

Deutscher Braunkohlen-Pfeilerbruchbau in söhligen Scheiben.

Vorrichtung mit dem Treiben einer Hauptförderstrecke g (Abb. 324), die der besseren Bewetterung wegen mit einer Begleit- und Fahrstrecke w aufgefahren wird. Von der Hauptförderstrecke aus wird die Scheibe durch die Hilfstrecken b_1—b_8 (l in Abb. 325), die in Abständen von 100—300 m aufgefahren werden, in Hauptabschnitte zerlegt. Diese letzteren werden nun durch ein nach und nach unmittelbar vor dem Abbau hergestelltes Netz von streichenden und querschlägigen Strecken t und q (p in Abb. 325) in eine Reihe von Bruchabschnitten geteilt, deren jeder 9—16 „Brüche" von je 12—20 qm Fläche umfaßt. Diese Abschnitte werden wieder mit kleinen Hilfstrecken I—V (Abb. 326) soweit durchörtert, wie es notwendig ist, um für jeden einzelnen Bruch einen Angriffspunkt zu erhalten. Von den Strecken aus werden die Brüche in der Regel nach einer Seite ausgekohlt, so daß die Strecke an den Rand des zugehörigen Bruches zu liegen kommt. Die Stempel werden unter Kappen geschlagen, die zur besseren Sicherung des Hangenden noch Querpfähle tragen. In ähnlicher Weise werden die Stöße gesichert; die Verpfählung wird hier gegen die Bruchstempel oder auch durch den ganzen Bruch hindurch gegen die Verpfählung auf der anderen Seite abgespreizt. Bei gebrächer Kohle muß man Sicherheitspfeiler („Beine") gegen den alten Mann um den Bruch herum anstehen lassen, was zu erheblichen Kohlen-

verlusten führt. Man setzt daher an den Bruchrändern vielfach Schutzstempel („Orgeln“), um die Beine möglichst vollständig gewinnen zu können.

Das „Werfen“ eines Bruches erfolgt durch Hereinrauben der Zimmerung, nachdem die Schienen entfernt sind und zum Zurückhalten des hereingebrochenen Gebirges sowie zur Verhütung eines etwaigen Verschlämmens der Bruchstrecke am Eingang des Bruches ein Damm in die Strecke gesetzt ist. Die Brüche „gehen“ um so besser, je mehr Sand- und Kiesschichten im Hangenden vorhanden sind. Wird dieses dagegen ganz oder großenteils durch Tonschichten gebildet, so bleiben diese häufig hängen, so daß immer erst mehrere Brüche auf einmal geworfen werden können. — Die Reihenfolge, in der das Werfen der einzelnen Brüche erfolgt, ist in Abb. 326 durch Ziffern angedeutet; die römischen Ziffern dieser Abbildung kennzeichnen die Reihenfolge im Auffahren der Bruchstrecken.

Derartige Brüche werden (Abb. 325) auf allen einzelnen streichenden Strecken gleichzeitig in Angriff genommen, so daß der Abbau, im ganzen betrachtet, in diagonaler Richtung rückwärts fortschreitet.

Wird in geneigten Scheiben abgebaut (Abb. 324), so ist der Betrieb ähnlich. Nur muß hier mit einem Hereinbrechen der Massen des alten Mannes an der oberen Bruchgrenze gerechnet werden. Man wirft daher nacheinander erst die Brüche über einer einzigen streichenden Strecke *t*, so daß bis zur Inangriffnahme der nächsttieferen Brüche der alte Mann zur Ruhe kommen kann.

B. Abbauverfahren mit Unterstützung des Hangenden.

a) Der Abbau mit Bergeversatz.

1. Allgemeine Erörterungen.

83. — **Vorteile des Einbringens von Versatz.** Die Vorzüge des Abbaues mit Bergeversatz entsprechen im allgemeinen den oben ausführlicher geschilderten Nachteilen des Pfeilerbaues, brauchen hier also nur kurz, wie folgt, besprochen zu werden.

Die Bergschäden können zwar nur bei äußerst sorgfältiger Ausführung des Bergeversatzes fast ganz hintangehalten werden, werden aber immer durch den Versatz mehr oder weniger verringert. Die wohltätige Wirkung des Versatzes beruht nicht nur darauf, daß das Maß der Senkungen überhaupt eingeschränkt wird, sondern auch auf deren milderem und gleichmäßigerem Verlauf. Das über den Hohlräumen lagernde Gebirge kann weniger in einzelne Schollen zerbersten und ruckweise hereinbrechen, sondern wird zunächst von dem Versatz getragen und senkt sich erst allmählich unter entsprechender Zusammenpressung der Versatzberge; es ruht gleichsam auf einem Polster.

Allerdings kommt diese günstige Wirkung des Versatzes nur bei Tonschiefer-Hangendem voll zur Geltung. Sandsteingebirge macht, namentlich bei größerer Flözmächtigkeit und flacher Lagerung, Schwierigkeiten, da es sich zunächst in gewissem Umfange frei trägt und dann ruckweise setzt.

Sehr günstig wirkt der Versatz auf die Wetterführung: die Abbaustöße werden von geschlossenen Strömen, die zwischen ihnen und dem Ver-

Digitized by Google

satz gut zusammengehalten werden, wirksam bestrichen, was namentlich für gasreiche Flöze und warme Abbaue besonders wichtig ist. Auch bleiben keine größeren Hohlräume, die als Gas- und Wasserbehälter und als Herde des Grubenbrandes gefährlich werden können. Diese letzteren Gefahren sowie die schädliche Wärmeentwickelung im alten Mann werden außerdem auch durch den reineren Abbau vermieden, der durch die Einbringung von Versatz ermöglicht wird. Ein wichtiger Vorzug ist ferner die starke Beschränkung der Abbauverluste (vgl. auch Ziff. 84).

Das Tragen des Hangenden durch den Versatz wirkt außerdem insofern günstig, als dadurch nicht nur die Unfälle durch Stein- und Kohlenfall verringert werden, sondern auch der allgemeine Gebirgsdruck wesentlich herabgemindert wird, was sich namentlich beim Offenhalten von Wetterstrecken und -querschlägen sowie beim Auffahren von Aus- und Vorrichtungsbetrieben auf den tieferen Sohlen vorteilhaft bemerklich macht. Dementsprechend verringert der Bergeversatz die Holzkosten teils unmittelbar (durch die Möglichkeit der Wiedergewinnung der Zimmerung unter günstigen Verhältnissen), teils mittelbar (durch Verringerung des allgemeinen Gebirgsdrucks). Der Nachteil, daß Strecken im Versatz stark unter Druck kommen und oft mehrere Male neu ausgebaut werden müssen, bis der Versatz sich festgedrückt hat, wird durch das schnellere Abwerfen dieser Strecken großenteils wieder wettgemacht, da diese nicht vor Beginn des Abbaues hergestellt, sondern erst mit diesem zugleich aufgefahren werden.

Weiterhin sind zu nennen die günstige Hauerleistung, der Wegfall der Berge-Aufwärtsförderung im Schachte und des Haldensturzes und (im Steinkohlenbergbau) die Gewinnung der Kohle in gas- und stückreicher Beschaffenheit.

84. — **Bedeutung des Bergeversatzes für den Abbau der Sicherheitspfeiler.** In dem Bestreben, die durch den Bergeversatz zu erzielenden Vorteile voll auszunutzen, ist man neuerdings besonders im Ruhrkohlenbezirk immer mehr dazu übergegangen, die früher bis zur Beendigung des Abbaues stehengelassenen oder überhaupt verloren gegebenen Sicherheitspfeiler gleich zu Anfang abzubauen. Der Übelstand, daß man dann in den streichenden und schwebenden Flözstrecken im Anfang, nämlich bis zum Festdrücken des Versatzes durch Senkung des Hangenden, mit starkem Gebirgsdruck zu kämpfen hat und den Ausbau (vielfach mehrere Male) erneuern muß, wird gering geachtet gegenüber den Vorteilen, die dieses Verfahren bringt: Druckfreiheit der betreffenden Betriebe nach Beruhigung des Gebirges, Gewinnung der Kohlen mit günstiger Hauerleistung und in guter Beschaffenheit, vorteilhafte Einwirkung auf die Bewetterungs- und Temperaturverhältnisse. Auch die Querschläge sollte man trotz der vorübergehenden Störung der Förderung infolge des Zusammenpressens des Versatzes nicht durch Kohlen-Sicherheitspfeiler zu schützen versuchen. Im Gegenteil empfiehlt Nieß[1]) mit Recht den sofortigen Abbau („Entspannungsverhieb“) der dem Querschlag benachbarten Flözstücke noch vor Eröffnung des eigentlichen Abbaubetriebes. Bei Aufbrüchen hat in flachgelagertem Gebirge das Ab-

[1]) Glückauf 1909, Nr. 28, S. 993; Nieß: Streckensicherung und Entspannungsverhieb in druckhaften Flözen.

Digitized by Google

bauen der Flözteile in ihrer Umgebung keine bedenklichen Folgen. Bei steilem Einfallen ist die Wirkung des Abbaues auf Aufbrüche allerdings ungünstiger, da hier außer der Seigerbewegung des Gebirges auch dessen söhliger Schub sich bemerklich macht. Jedoch kann man auch hier die Sicherheitspfeiler bei Beobachtung der nötigen Vorsichtsmaßregeln (Holzpfeiler in den benachbarten Flözteilen, Faschinenpackung zwischen diesen und dem Schachtausbau, vgl. den Abschnitt „Schachtausbau“ in Bd. II) gleich mitgewinnen.

Wegen des Abbaues der Sicherheitspfeiler für Hauptschächte vgl. Ziff. 178, S. 434.

85. — Verschiedene Ausführung des Versatzes. Die Abschwächung der Gebirgsbewegungen durch den Versatz ist je nach seiner Ausführung und den Lagerungsverhältnissen sehr verschieden. Zunächst wird die Wirksamkeit des Versatzes durch die in ihm enthaltenen Hohlräume beeinträchtigt; feinkörniges, dicht liegendes Versatzgut (Sand, Asche u. dgl.) trägt daher bedeutend besser als grobe Berge. Ferner ist das Einfallen von Bedeutung. Bei steiler Lagerung, d. h. solange die Berge noch auf dem Liegenden rutschen, ist nicht nur das Entleeren der Bergewagen bedeutend bequemer, sondern auch keine besondere Sorgfalt auf das Bergestürzen und dessen Beaufsichtigung zu verwenden; auch drücken die Berge sich durch ihr Eigengewicht fest zusammen. Fällt dagegen die Lagerstätte flach ein, so ist das Versetzen namentlich in sehr dünnen und in sehr mächtigen Lagerstätten mühsam. Daher kann dann nur durch scharfe Überwachung ein sorgfältiger Versatz erzwungen werden. Auch muß unterschieden werden, ob die Förderstrecken mitversetzt oder im Versatze offen gehalten werden; letzteres Verfahren führt zu stärkeren Gebirgsbewegungen, da die Strecken sich allmählich zudrücken. Außerdem ist die Herkunft der Berge von Einfluß. Stammen sie nur aus dem Abbau selbst oder aus dem Nachreißen der Abbaustrecken, d. h. wird mit „eigenen“ Bergen versetzt, so wird das Senken des Hangenden zwar zeitweilig aufgehalten (infolge der Auflockerung der gewonnenen Berge), nicht aber endgültig verhindert; die Senkung kann vielmehr, da der Versatz sich im Laufe der Zeit in alle Hohlräume hineindrückt, schließlich den vollen, durch die Mineralgewinnung bedingten Betrag erreichen. Eine nennenswerte Verringerung der Senkungen läßt sich also auf die Dauer nur durch Zuführung „fremder“ Berge, d. h. solcher aus anderen Betrieben oder von Tage her, erreichen, weil nur durch solche Berge ein tatsächlicher Ersatz für die gewonnenen Mineralien beschafft wird. Immerhin läßt sich auch durch den Versatz mit eigenen Bergen bereits ein großer Teil der Vorteile des Abbaues mit Versatz erzielen.

Der wirksamste Versatz ist der durch Einspülen feinkörnigen Versatzgutes in die Baue bewirkte sog. „Spülversatz“, auf den in Ziff. 137 u. f. näher eingegangen werden soll.

Endlich ist auch noch zu bedenken, daß ein Sinken des Hangenden vor der Einbringung des Versatzes sich gemäß Abb. 327 kaum vermeiden läßt. Daher ist auch fast stets der Bedarf an Versatzbergen geringer, als er sich unter Zugrundelegung der abgebauten Kohlenmächtigkeit rechnerisch ergeben würde.

Digitized by Google

Unter Berücksichtigung aller dieser Gesichtspunkte kann man im allgemeinen für die Zusammenpressung von Versatz folgende Zahlen annehmen:

Art des Versatzes		Endgültige Höhe im Verhältnis zur ursprünglichen Kohlenmächtigkeit
Guter Spülversatz[1]		85—95 %
Handversatz bei steiler Lagerung	mit feinkörnigen Bergen	75—85 %
	mit grobkörnigen Bergen	60—75 %
Handversatz bei flacher Lagerung	mit Zuführung fremder Berge	40—60 %
	mit Beschränkung auf eigene Berge	15—30 %

86. — Die Bedeutung des Bergeversatzes für die Mineralgewinnung. Da jeder Versatz sich zusammendrücken läßt, so tritt stets ein Nachsinken des Hangenden hinter dem Abbaustoß ein, wobei dieses sich

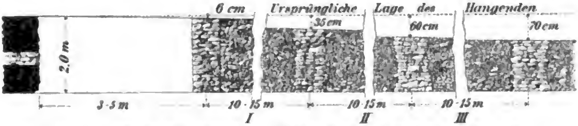


Abb. 327. Verlauf der Senkung des Hangenden beim Abbau mit Bergeversatz.

auf den Versatz setzt. In den meisten Fällen erfolgt bei genügend raschem Vorrücken des Abbaues die Senkung des Hangenden ohne Bruch; es biegt sich durch und folgt in Gestalt einer flacheren oder steileren „Welle“ dem Abbaustoß. Abb. 327[2]) zeigt beispielsweise einen solchen Senkungsvorgang nach genauen Messungen, bei denen in regelmäßigen Abständen vom Abbaustoß der jeweilige Abstand des Hangenden von Sohlenpflöcken festgestellt wurde, die genügend tief ins Liegende eingetrieben wurden, um nicht mehr durch dessen Quellen beeinflußt zu werden. Das Hangende verhält sich demgemäß ähnlich wie ein über der Kohle eingespannter, hinter ihr sich durchbiegender Balken und drückt als einarmiger Hebel auf den Abbaustoß um so stärker, je näher die „Welle“ an diesen heranrückt. Durch die Mitwirkung dieses Druckes kann die Gewinnung wesentlich erleichtert werden. Daher ist auf richtigen Fortschritt des Abbaustoßes im Verhältnis zur Druckwirkung zu achten. Denn wenn die Welle im Hangenden zu weit zurückbleibt, so wird der Druck zu schwach; rückt sie dagegen dem Kohlenstoß zu nahe, so klemmt der zu stark ansteigende Gebirgsdruck die Kohle fest und bringt den Stoß unter Spannung, erschwert und gefährdet also die Gewinnung. Die Schnelligkeit des Vorrückens des Abbaustoßes muß demgemäß je nach der Festigkeit der Kohle, dem Auftreten von Schlechten, der Flözmächtig-

[1]) Vgl. hierzu die Abb. 379 auf S. 398, die Beispiele für das Maß der Zusammendrückbarkeit im einzelnen gibt.

[2]) Glückauf 1912, Nr. 43, S. 1750; von Bolesta-Malewski: Abbau mit hohem Stoß unter Verwendung von Abbaufördereinrichtungen.

Digitized by Google

keit, der Zusammendrückbarkeit des Bergeversatzes und der Beschaffenheit des Hangenden verschieden geregelt werden. Die zweckmäßigste Verhiebgeschwindigkeit wurde beispielsweise durch Versuche auf Zeche Rheinpreußen bei Homberg für Flöze von 0,6—1,2 m Mächtigkeit zu 1,0—1,5 m in der Schicht ermittelt[1]).

Von Bedeutung ist außerdem die Lage des Abbaues zu den Bauen benachbarter, gleichfalls mit Bergeversatz abgebauter Flöze[2]). Denn da deren Versatz gleichfalls mehr und mehr zusammengepreßt wird, so findet der vom Hangenden eines höheren Flözes („Bertha" in Abb. 328) ausgeübte Druck vollen Gegendruck erst über demjenigen Teil des Bergeversatzes im liegenden Flöze („Marie"), der bereits völlig zusammengepreßt ist. Dagegen wird über den jüngeren Abbaugebieten in Flöz Marie dessen Versatz noch zu-

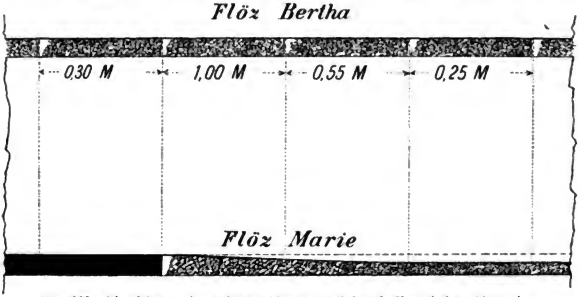


Abb. 328. Einwirkung eines älteren Abbaues auf das Gedinge beim Abbau eines hangenden Flözes (nach Morin).

sammengedrückt und dadurch der auf das Flöz Bertha zurückwirkende Gegendruck verringert und der Verhieb dieses Flözes verteuert (vgl. die an den einzelnen Streben in Flöz Bertha angegebenen Lohnsätze für den Wagen Kohlen), ganz abgesehen davon, daß der Abbau im Flöze Bertha auch durch die noch nicht abgeschlossenen Gebirgsbewegungen im Gefolge des Abbaues in „Marie" erschwert und gefährdet wird. Ähnliche Wirkungen treten auch ein, wenn das später abzubauende Flöz im Liegenden des früher abgebauten liegt, indem dann das erstere durch den noch nicht zusammengedrückten Versatz des letzteren vom Gebirgsdruck entlastet wird.

Man sollte also nach Möglichkeit den Abbau nicht vor der Zusammenpressung des Versatzes in den Nachbarflözen eröffnen.

Die vorstehenden Erörterungen gelten in erster Linie für flacheres Einfallen, da bei steilerer Neigung ein immer geringerer Teil des gesamten Gebirgsdruckes senkrecht zur Flözebene wirkt.

---

[1]) S. die auf S. 71 in Anm. [1]) angeführte Festschrift zum XI. Deutschen Bergmannstage, III. Teil, S. 147; A. Schwemann: Die Grubenbaue.

[2]) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes. 1892, S. 223 u. f.; Dütting: Welche Erfahrungen usw. — Bulletin de la soc. de l'ind. min. 1912, S. 252 u. f.; L. Morin: Quelques effets de pressions de terrains etc.

Digitized by Google

Bleibt der Abbau längere Zeit an einer Stelle stehen oder bleibt der Versatz zu weit zurück, so bricht das Hangende durch (Abb. 329), und es bilden sich am Rande des Abbaustoßes entlang gefährliche Bruchkanten aus, auf die daher die preußische Stein- und Kohlenfallkommission mit Recht hinweist[1]).

87. — **Beschaffung der Versatzberge.** Die für den Versatz notwendigen Berge können „eigene" oder „fremde" Berge sein. Erstere stammen aus der Lagerstätte selbst (Bergmittel oder Nachfall in Kohlenflözen, taube „Gangart" in Erzgängen, Steinsalz in Kalisalzlagern) oder aus dem Nebengestein, wie es beim Nachreißen der Abbaustrecken, Bremsberge usw. gewonnen wird. Hinsichtlich der zum Versatz erforderlichen Menge von eigenen Bergen muß die „Auflockerungszahl" oder das „Schüttungsverhältnis", d. h. das Verhältnis zwischen dem Raummaß der hereingewonnenen und dem der anstehenden Berge, in Rechnung gestellt werden, das für Gebirgsarten, die in mehr oder weniger flachen, regelmäßigen Stücken brechen (Schiefer, Kohle), mit 1,5:1, für Gebirgsarten, die zur Bildung unregelmäßiger Bruchstücke neigen (Sandstein, Konglomerat), mit bis zu 2,5:1 angenommen zu werden pflegt. Nach den Beobachtungen von Fayol[2]) ist jedoch das Verhältnis 2:1 als Höchstmaß anzusehen. Auch ist das Verhältnis für ein- und dasselbe Gestein verschieden, je nachdem den groben Bruchstücken mehr oder weniger kleine beigemengt sind.

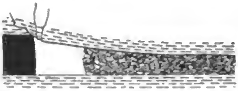


Abb. 329. Durchbrechen des Hangenden bei zu langsamem Fortschritt eines Abbaues mit Versatz.

Fremde Berge sind zunächst die in der Grube bei den verschiedenen Gesteinsarbeiten fallenden Berge. Es empfiehlt sich, den Abbaubetrieb so zu führen, daß stets eine passende Gelegenheit zur Unterbringung dieser Bergemengen geboten wird. Weiterhin können die bei der Aufbereitung ausgeschiedenen Klaub- und Waschberge vorteilhaft Verwendung finden. Allerdings werden solche Berge auf Steinkohlenbergwerken zweckmäßig mit anderen vermischt. Sie neigen nämlich infolge ihres starken Gehaltes an Kohlenstoff und Schwefelkies zur Wärmeentwickelung, die sich bei flacher Lagerung, wo der Versatz nicht dicht genug wird, um die Luft fernzuhalten, bis zum Brande steigern kann. Im Kalisalzbergbau entsprechen den Waschbergen die Rückstände der Chlorkaliumfabriken, die häufig einen bedeutenden Prozentsatz der Förderung (auf Hartsalzwerken bis 70%) ausmachen und dann zum Versatz nahezu ausreichen. — Große Mengen von Versatzbergen können auch aus alten Bergehalden und aus den Schlacken- und Aschenhalden benachbarter Hüttenwerke entnommen werden. Ebenso kann man gut ausgebrannte und abgelöschte Kesselasche versetzen.

Bergwerke, die sehr mächtige Lagerstätten abbauen und ohne Versatz überhaupt nicht auskommen können, sehen sich zur Einrichtung besonderer Betriebe für die Gewinnung von Versatzbergen genötigt. Diese befinden sich entweder über Tage (Steinbrüche, Sandgruben) oder unter Tage. Im letzteren

---

[1]) S. den auf S. 306 in Anm. [1]) angeführten Gesamtbericht, S. 205.

[2]) Haton de la Goupillière, Cours d'exploitation des Mines, (Paris, Dunod), 3. Aufl., 1907, Bd. II, S. 93.

Digitized by Google

Falle werden sie „Bergemühlen“ genannt und bestehen in großen Hohlräumen im Nebengestein, die so weit und hoch ausgeschossen werden, wie es die Gebirgsfestigkeit zuläßt. Besonders der deutsche Kalisalzbergbau macht von diesem Mittel der Bergegewinnung Gebrauch, da ihm in dem das Liegende der Kalisalzlager bildenden „älteren Steinsalz“ ein vorzügliches, zähes Gebirge für diesen Zweck zur Verfügung steht.

Ist die volle Menge der notwendigen Versatzberge überhaupt nicht oder nur mit unverhältnismäßig großen Kosten zu beschaffen, so hilft man sich bei flacher Lagerung durch Holzpfeiler aus altem Grubenholz, die mit Bergeklein ausgefüllt werden. Läßt sich auch damit kein vollständiger Versatz erzielen, so muß wenigstens darauf gesehen werden, daß der Versatz, wo er eingebracht wird, bis unter das Hangende hochgeführt wird und eher einzelne Stellen ganz ohne Versatz bleiben, als daß durch gleichmäßige Ausbreitung des Versatzes größere Flächen des Hangenden ohne Unterstützung gelassen werden.

88. — **Bergewirtschaft.** Die Art und Weise der Verteilung der fremden Berge und ihre Zuführung zu den einzelnen Betriebspunkten richtet sich in erster Linie nach der Herkunft der Berge, an zweiter Stelle nach den Förderwegen und Förderkosten. Es lassen sich im allgemeinen drei Verfahren unterscheiden, die allerdings häufig auch gemischt zur Ausführung kommen, nämlich:

1. Die Verteilung der Berge vom Schachte aus über die Wettersohle nach unten (Abb. 330),
2. die Verteilung der Berge vom Schachte aus über die Fördersohle nach oben (Abb. 331),
3. die Hochförderung der Berge von besonderen Förderstellen (b_2 in Abb. 332) innerhalb der Grube zur Wettersohle und ihre Verteilung auf dieser nach unten durch Bremsberge, Bremsschächte oder Rolllöcher b_1 und b_3.

Bei den Verfahren 1. und 3. kann es sich sowohl um Berge, die in der Grube gewonnen sind, als auch um solche, die vom Tage her eingefördert werden, handeln, während im zweiten Falle Grubenberge kaum in Frage kommen. — Im einzelnen ist hierzu noch folgendes zu bemerken:

1. Die Zuführung der Berge über die Wettersohle vom Schachte aus kommt vorzugsweise für die von Tage her einzuhängenden Berge in Frage und vermeidet eine Störung der Förderung auf der Fördersohle durch die Bergeförderung. Wird über der Wettersohle gleichfalls noch Abbau geführt, so stehen die Streckenfördereinrichtungen auf dieser Sohle auch für die Bergeförderung zur Verfügung. Für die in der Grube gewonnenen Berge kommt das Verfahren, da eine lebhafte Schachtförderung die Störung durch die Bergeförderung zwischen zwei Sohlen nicht erträgt, überhaupt nur dann in Betracht, wenn im Schachte eine Nebenförderung umgeht oder in der Nähe des Schachtes ein blinder Schacht *s* zur Verfügung steht.

2. Das Verfahren nach Abb. 331 verringert die Belästigung der Schachtförderung und nützt das Eigengewicht der Berge für diese besser aus. Auf der anderen Seite sind hier als Nachteile die Störung der Streckenförderung und der Kraftverbrauch für das Hochziehen der Berge in zahlreichen besonderen Bremsbergen und blinden Schächten in den Kauf zu nehmen.

Digitized by Google

3. Die Bergeförderung und -verteilung nach Abb. 332 vermeidet bei den Grubenbergen die Rückförderung ganz oder doch zum größten Teile und vereinigt im übrigen die Vorteile der unter 1. und 2. besprochenen Verteilungsarten, indem für das Hochziehen der Berge wenige, gut ausgenutzte Fördereinrichtungen ausreichen und das Abziehen der von Tage kommenden Berge am Hauptfüllort erfolgt.

Am besten eignet sich dies Verfahren sowie das unter 1. genannte bei steiler Lagerung, wo die Berge von der Wettersohle aus durch Rolllöcher abgestürzt werden können. Bei flachem Einfallen dagegen wird der

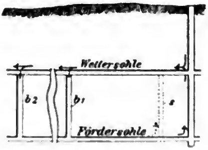


Abb. 330.

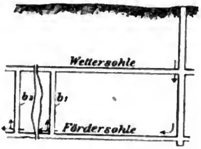


Abb. 331.

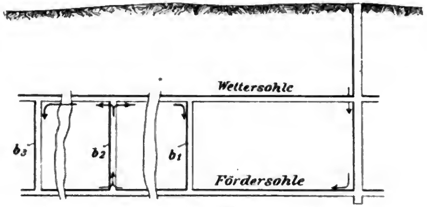


Abb. 332.

Abb. 330—332. Verschiedene Arten der Zuführung fremder Berge.
b_1—b_3 Bremsberge oder -schächte bzw. Rollöcher.

Bremsberg- und Bremsschachtbetrieb durch das Einhängen der Berge von oben her erschwert; hier verdient daher das Verfahren unter 2. den Vorzug.

In allen Fällen ist auf Steinkohlengruben die Herstellung der richtigen Beziehungen zwischen Bergezuführung und Kohlenförderung, die häufig auf große Schwierigkeiten stößt, von großer Wichtigkeit, da sonst leicht ein Teil der Vorteile des Bergeversatzes durch unzureichende Zuführung leerer Wagen zu den Betriebspunkten und sonstige Stockungen in der Förderung wieder verlorengeht. Besonders schwierig wird die Lösung dieser Aufgabe, wenn die obere Sohle nicht lediglich Wettersohle, sondern auch noch Fördersohle für einen über ihr umgehenden Abbau ist.

Auch die richtige Anpassung des Gefälles an die beiden entgegengesetzten Förderrichtungen ist wichtig, damit weder die Kohlen- noch die Bergeförderung einseitig bevorzugt wird. Das gilt auch für das

Digitized by Google

Verfahren 1, weil die hier zur Bergeförderung benutzte Wettersohle früher Fördersohle gewesen und als solche mit entsprechendem Ansteigen ins Feld aufgefahren worden ist. Man ist daher schon so weit gegangen, auf der Wettersohle eine besondere Richtstrecke nebst den zugehörigen Abteilungsquerschlägen mit einem Gefälle von 1 : 80 eigens für die Bergeförderung zu Felde zu führen[1]. Doch werden sich die dafür aufzuwendenden erheblichen Anlage- und Unterhaltungskosten in der Regel nicht durch die zu erzielenden Kraftersparnisse bezahlt machen.

2. Besprechung der einzelnen Abbauarten.

89. — Vorbemerkung. Im folgenden soll auf die wichtigsten Verfahren für den Abbau mit Bergeversatz näher eingegangen werden. Dabei sollen zunächst diejenigen, bei denen die Lagerstätte in breiter Fläche angegriffen wird, und darauf diejenigen, bei denen der Abbau in einzelnen Streifen erfolgt, besprochen werden. Eine besondere Gruppe bilden außerdem noch die an den Pfeilerbau erinnernden Abbauverfahren mit Vor- und Rückbau. Die erstgenannten Abbauarten sind in neuerer Zeit wegen ihrer weiter unten (Ziff. 119—122) zu erörternden Vorzüge immer mehr in den Vordergrund getreten.

α) *Der Strebbau.*

90. — Allgemeines. Beim Strebbau wird die in Angriff genommene Bauabteilung von der Vorrichtungstrecke (in der Regel vom Bremsberge)

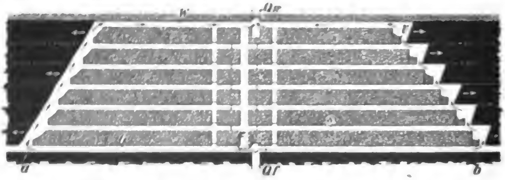


Abb. 333. Schema des Strebbaues mit breitem Blick (links) und mit abgesetzten Stößen (rechts).

aus in breiter Fläche nach der Baugrenze hin fortschreitend verhauen. Dabei werden in dem in geringem Abstande nachrückenden Bergeversatz eine Anzahl Förderstrecken ausgespart, so daß die Förderung rückwärts erfolgt und der Versatz in eine entsprechende Anzahl von Streifen zerlegt wird.

Wie beim Pfeilerbau kann auch hier der streichende, schwebende und diagonale Abbau unterschieden werden.

[1]) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes. 1908, S. 138; Versuche und Verbesserungen.

Digitized by Google

aa) Der streichende Strebbau.

91. — Abgrenzung und Einteilung des Baufeldes. Als Vorrichtung genügt (Abb. 333) ein Bremsberg, der bei steilerem Einfallen von einem oder zwei Fahrüberhauen begleitet wird.

Über die zweckmäßige Bemessung der flachen Höhe und streichenden Länge eines Baufeldes gilt im allgemeinen das früher (S. 305 u. f.) Gesagte.

Für die Wahl des Streckenabstandes, d. h. der Breite des von je einer Kameradschaft zu gewinnenden Streifens, ist hier außer den beim Pfeilerbau angeführten Gesichtspunkten auch die Gewinnung von Versatzbergen durch Nachreißen der Strecken zu berücksichtigen, die besonders dann ins Gewicht fällt, wenn fremde Berge gar nicht oder nur mit großen Kosten zugeführt werden können. Sollen z. B. (Abb. 334) in einem 0,8 m einschließlich 0,2 m Bergmittel mächtigen, mit 5° einfallenden Flöz Strecken von 1,6 m Breite und 1,8 m mittlerer Höhe hergestellt werden und nimmt man der

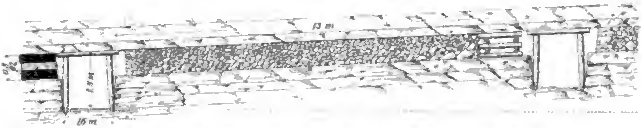


Abb. 334. Abstand der Strebstrecken beim Versatz mit eigenen Bergen.

Einfachheit halber, da eine genaue Begrenzung des Streckenquerschnitts nicht vorhanden ist, für diesen Rechteckform an, so beträgt er annähernd $1{,}6 \times 1{,}8 = 2{,}9$ qm, der Rauminhalt also für 1 lfd. Meter Strecke 2,9 cbm. Davon werden $0{,}8 \times 1{,}6 \sim 1{,}3$ cbm durch Gewinnung des Flözes, also der Fehlbetrag $2{,}9 - 1{,}3 = 1{,}6$ cbm durch Nachreißen des Liegenden erhalten. Rechnet man mit einem Schüttungsverhältnis von 2, so füllen diese 1,6 cbm anstehenden Gesteins lose einen Raum von 3,2 cbm aus. Dazu kommen noch rund 2 m des 0,2 m mächtigen Bergmittels in der Strecke, die bei dem gleichen Schüttungsverhältnis $2 \times 2 \times 0{,}2 = 0{,}8$ cbm ausfüllen, so daß im ganzen $3{,}2 + 0{,}8 = 4{,}0$ cbm zur Verfügung stehen. Berücksichtigt man nun, daß das Bergmittel im Abbau unter Berücksichtigung der Schüttung einen Raum von $2 \times 0{,}2 = 0{,}4$ m Höhe ausfüllt, und nimmt man eine Senkung des Hangenden mit 0,05 m vor dem Einbringen des Versatzes an, so ergibt sich der Streckenabstand zu $\frac{4{,}0}{0{,}8 - 0{,}4 - 0{,}05} = \frac{4{,}0}{0{,}35} \sim 11{,}5$ m, was unter Berücksichtigung des zweckmäßig zwischen Versatz und Strecken gelassenen Abstandes und des Einbaues von Holzpfeilern auf etwa 13 m Strebbreite führt.

Sollen außer den „eigenen" noch „fremde" Berge versetzt werden, so vergrößert sich der Streckenabstand entsprechend.

Liegt umgekehrt der Fall so, daß die eigenen Berge jeder Strecke wegen größerer Flözmächtigkeit nur vielleicht 3—5 m flache Höhe ausfüllen können, fremde Berge aber nicht zu beschaffen sind, so darf man den Streckenabstand doch nicht so gering werden lassen, weil sonst die Streckenunterhaltungs- und die Förderkosten zu sehr steigen würden. Man muß dann, falls man

nicht überhaupt ein anderes Abbauverfahren, z. B. den vereinigten Streb- und Pfeilerbau (s. d.), vorzieht, entweder sich mit unvollständigem Versatz begnügen oder besondere, nicht zur Förderung benutzte Hilfstrecken („blinde Strecken" oder „Blindörter") zur Bergegewinnung nachführen.

92. — Abbau. Der Abbau beginnt gleich am Bremsberge. Liegt die Lagerstätte flach und ist daher der Bremsberg, wie das jetzt die Regel bildet, von vornherein in Versatz gesetzt worden, so beginnt man von der diesen Versatzstreifen begleitenden schwebenden Strecke (Fahrüberhauen oder Wetterrösche) aus. Bei steiler Lagerung läßt man am besten ebenfalls den Abbau gleich am Bremsberge beginnen, muß diesen aber dann durch eine kräftige Verschalung sichern.

Nach der Gestaltung des Abbaustoßes unterscheidet man den Strebbau mit „breitem Blick" (Abb. 333 links) und denjenigen mit „abgesetzten Stößen" (Abb. 333 rechts). Die erstere Angriffsart verdient im allgemeinen den Vorzug. Sie vermeidet zunächst einspringende Ecken, die auf Schlagwettergruben stets eine gewisse Gefahr bilden, ermöglicht also eine günstige Bewetterung. Ferner verhütet sie durch das gleichmäßige Vorrücken in breiter Front bei hinreichender Geschwindigkeit dieses Vorrückens (vgl. Ziff. 86) das gefährliche Durchbrechen des Hangenden, wie es bei abgesetzten Stößen wegen des größeren Abstandes vom Versatz leicht (s. Abb. 329 auf S. 345) an den streichenden Kanten der Stöße eintritt. Endlich kann beim Vorgehen mit breitem Blick auch die maschinelle Schrämarbeit mit Stangenschrämmaschinen (s. oben, S. 150 u. f.) in großem Maßstabe und mit gutem Nutzen angewandt werden, sofern sich die Lagerstätte überhaupt dazu eignet. Doch kann mit breitem Blick im allgemeinen nur dort vorgegangen werden, wo das Einfallen genügend flach ist, damit nicht die unteren Kameradschaften durch den Abbau über ihnen gefährdet werden, und wo außerdem das Hangende in seiner Gesamtheit fest genug ist, um die vorübergehende Bloßlegung in einem ununterbrochenen Streifen zu ertragen.

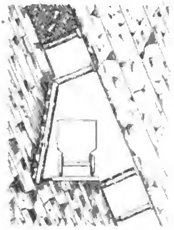


Abb. 335. Strebstrecke auf dem Liegenden bei steilem Einfallen mit abgefangenem Versatz.

Wird mit abgesetzten Stößen zu Felde gegangen, so läßt man bei steilerer Lagerung in der Regel die unteren Stöße vorausgehen, um in den Abbaustrecken nicht über den Hohlraum zwischen dem Bergeversatz und dem Kohlenstoß der darunterliegenden Streben hinwegfahren zu müssen. Jedoch zieht man nicht selten die Voranstellung der oberen Streben vor. Dieses Vorgehen macht bei flacher Lagerung keine Schwierigkeiten und kann auch bei steilem Fallen ohne weiteres dann erfolgen, wenn die Lagerstätte so wenig mächtig ist, daß das Fördergestänge auf das nachgerissene Liegende zu liegen kommt (Abb. 335). In mächtigeren Flözen macht allerdings diese Stoßstellung die Überbrückung des freien Raumes über dem nächsttieferen Strebstoß mittels Sohlenstempel und Bahnschwellen erforderlich.

Digitized by Google

Zu dieser Reihenfolge der Stöße kann der Verlauf der Schlechten Veranlassung geben. Außerdem kann dadurch die Bewetterung verbessert werden, indem durch abfallenden Verhieb einspringende Ecken vermieden und schädliche Gase, die sich infolge des Abbaues benachbarter Flöze aus diesen durch Setzrisse im Hangenden in den Strebbau hinein durchdrücken, ohne Gefährdung der Abbaustöße schräg vom Abbau fort und zum Wetterquerschlage hin abgesaugt werden. Ferner braucht bei dieser Stoßstellung der Bremsberg nur für die denkbar kürzeste Zeit offen gehalten zu werden, da die obersten Streben zuerst die Baugrenze erreichen und daher der Bremsberg von oben nach unten stückweise abgeworfen werden kann.

Eine besondere Gestalt nimmt der streichende Strebbau an, wenn er in dünnen, steil gelagerten Flözen mit gutem Hangenden geführt und der Versatz größtenteils durch fremde Berge gedeckt wird. Man geht dann

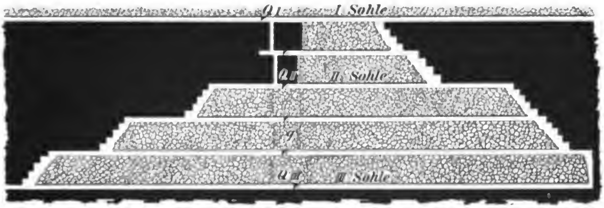


Abb. 336 [1]). Strebbau mit fremden Bergen bei steilem Einfallen.

(Abb. 336) mit hohen Stößen vor, deren jeder in Absätzen angegriffen werden muß, um ihn mit mehreren Hauern belegen zu können. Die Strecken werden der Bergezufuhr wegen söhlig hergestellt; die Schlepper können den von vorn mitgebrachten Bergewagen zuerst in den Versatz des nächstunteren Stoßes entleeren, um ihn dann vor ihrem eigenen Betriebspunkt mit Kohlen zu füllen. Dies Vorbeifahren an den einzelnen Abbaustößen, sofern der untere Stoß vor dem oberen zu Felde rückt, muß durch Abfangen der Kohlen in Sammeltrichtern unter jedem Abbaustoß ermöglicht werden. — Ein solches Abbauverfahren kann freilich auch als ein über mehreren Teilsohlen gleichzeitig umgehender Firstenbau bezeichnet werden (s. Ziff. 106 u. f.).

Die Abbildung veranschaulicht gleichzeitig die Lösung des Flözes durch Ortsquerschläge *q* von einem Nachbarflöze oder einem Stapelschachte aus; ein Bremsberg ist mithin in dem dargestellten Flöze nicht erforderlich.

93. — Abbaustrecken. Die im Versatz nachgeführten Strecken liegen bei mittlerem und steilem Einfallen, wie die Abbildungen erkennen lassen, an der oberen Grenze des zugehörigen Strebstoßes, so daß jede Kameradschaft den Streckenhohlraum für die nächsthöhere schafft,

[1]) Sammelwerk Bd. II, S. 217.

Digitized by Google

während diese letztere den „Bahnbruch“ und die Fördereinrichtung dieser Strecke herstellt. Bei flachem Einfallen jedoch legt man die Strecken zweckmäßig in die Mitte der zugehörigen Strebstöße (Abb. 337), um den Versatz und die Abförderung vom Abbaustoß zu erleichtern. Der Förderung zum Bremsberge hin kommt man durch Herstellung der Strecken mit entsprechendem Ansteigen entgegen. Sollen jedoch viel fremde Berge zugeführt werden, so daß auf einer und derselben Strecke annähernd gleiche Kohlen- und Bergemengen in entgegengesetzten Richtungen gefördert werden müssen, so fährt man die Strecken zweckmäßig „totsöhlig“ auf.

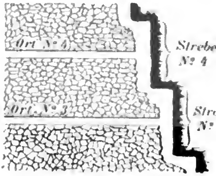


Abb. 337. Nachführen der Strebstrecken in der Mitte der Stöße.

Die Stöße der Förderstrecken werden bei flacher Lagerung vorteilhaft durch Holzpfeiler oder Bergemauern gebildet. Da der Gebirgsdruck den Bergeversatz in die Strecken zu drücken strebt, so sind diese mit überschüssiger Breite im Versatz auszusparen.

In steilgeneigten Flözen muß das Abrutschen des Versatzes in die Strecken durch dessen sorgfältiges Abfangen verhütet werden. Das geschieht in Flözen von geringerer Mächtigkeit am besten durch einen besonderen Stempelschlag („Bergekasten“, s. Abb. 335), während man in mächtigeren Flözen die Berge der Holzersparnis halber lieber auf der Streckenzimmerung selbst aufruhen läßt und diese nachgiebig gestaltet.

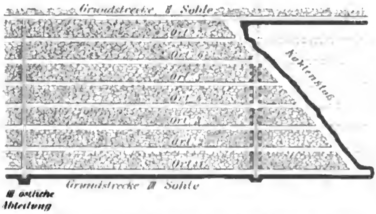


Abb. 338. Strebbau mit Aufrollen der Bremsbergfelder.

94. — Strebbau mit wandernden Bremsbergen. Bei dem als „Aufrollen“[1]) der Bremsbergfelder bezeichneten Abbauverfahren läßt man (Abb. 338 u. 339) den Abbaustoß so lange vorrücken, bis der Gebirgsdruck das Offenhalten der Strecken und des Bremsbergs zu sehr erschwert oder die Förderwege zu lang werden. Nunmehr wird der neue Bremsberg im Versatz durch Bergemauern und Holzpfeiler abgegrenzt, aber zugleich mitversetzt, damit er völlig gleichmäßig mit seiner Umgebung durch den Gebirgsdruck zusammengedrückt wird (nach Abb. 339 von 1,8 auf 1,1 m). Damit seine Zimmerung dabei nicht leidet, wird sie unter Vermeidung von Stempeln lediglich durch Kappen („Firstenbänke“) gebildet, die auf Unterzüge zu liegen kommen (*u* in Abb. 339), die ihrerseits auf die Bergemauern gelegt werden und noch in die Holzpfeiler hineinragen. Jede Kameradschaft stellt so ein weiteres Stück

[1]) Glückauf 1905, Nr. 43, S. 1349 u. f.; Dr. Herbig: Ein Beitrag zur Frage der Bemessung von Abbaufeldern.

Digitized by Google

Bremsberg her, sobald sie mit ihrem Abbaustoß in dessen Linie eingerückt ist. Sind die unteren Streben genügend weit vorgeschritten, so daß anzunehmen ist, daß der Versatz sich gesetzt hat, so geht man, von unten nach oben fortschreitend, daran, den Bremsberg wieder auszuräumen und ihn durch Nachreißen des Liegenden und Legen des Gestänges für die Förderung fertig zu machen (s. den unteren Teil des Bremsbergs in Abb. 338 und die gestrichelte Begrenzung in Abb. 339). Soweit diese Arbeiten beendet sind (in Abb. 338 bis Ort 3), kann der neue Bremsberg für die unteren Streben bereits zur Förderung benutzt werden. Die Bremse wird mit der Fertigstellung des Bremsbergs stückweise höher gesetzt.

Dieser Strebbau bietet wesentliche Vorteile. Einmal kann die Flügellänge der Abbaufelder je nach dem Gebirgsverhalten beliebig bemessen und braucht nicht vorher festgelegt zu werden. Die nachteiligen Folgen einer unrichtigen Bemessung dieser Länge fallen also fort. Ferner werden die Bremsbergkosten wesentlich herabgedrückt, da nicht nur der Aufwand für

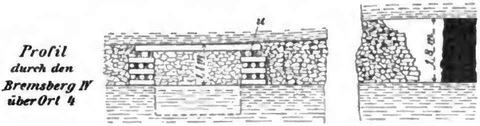


Abb. 339. Aussparung eines neuen Bremsbergs im Versatz.

die Herstellung der Bremsberge gegenüber dem Aufhauen in der Kohle ganz wesentlich (in einem Flöze des Saarreviers z. B. um mehr als die Hälfte) verringert wird, sondern auch die sonst bei jedem neuen Bremsberge beträchtlichen Kosten für Erneuerung des Ausbaues bis zum ersten Setzen des Gebirges hier gänzlich wegfallen. Auch tritt kein Zeitverlust zwischen dem Abbau einer Abteilung und demjenigen der Nachbarabteilung ein. Dazu kommt, daß größere Förderstockungen beim Übergang der Förderung von einem Bremsberg auf den anderen nicht eintreten, weil dieser Übergang sich ganz allmählich vollzieht. Auf der anderen Seite ist man allerdings an den einflügeligen Betrieb gebunden, der eine geringere Zahl von Angriffspunkten ergibt. Auch läßt sich im Bedarfsfalle, da keine in Vorrichtung stehenden Nachbarabteilungen vorhanden sind, nicht so schnell wie bei dem gewöhnlichen Verfahren einer vermehrten Nachfrage durch stärkere Belegung von Vorrichtungs- und Abbaubetrieben genügen.

bb) Der schwebende Strebbau.

95. — Gewöhnliche Ausführung. Bei dieser Art des Strebbaues wird in Schlagwettergruben wie immer zunächst ein Wetterdurchschlag mit der oberen Sohle durch Hochbringen eines Überhauens (in der Regel mit Breitauffahren) hergestellt. An diesen Vorrichtungsbetrieb können sich dann beiderseits die schwebend zu Felde rückenden Abbaue anschließen, wobei die Abbaustrecken durch Aussparen im Versatz schwebend nachgeführt werden. Und zwar kann der Abbau wie der streichende Strebbau mit abgesetzten

Digitized by Google

Stößen (Abb. 340 links) oder mit breitem Blick (Abb. 340 rechts) geführt werden.

Wird mit breitem Blick vorgegangen, so richtet sich die Stellung des Stoßes (schräg nach der einen oder anderen Seite oder ungefähr streichend) nach dem Verlauf der Schlechten. Beim Abbau mit abgesetzten Stößen müssen diese in schlagwettergefährlichen Flözen in der Richtung des Wetterstromes ansteigend gehalten werden, um Schlagwetteransammlungen in einspringenden Ecken zu verhüten. Die Wetterverbindung zwischen den einzelnen Streben wird bei diesem Abbauverfahren durch schmale Wetterröschen hergestellt, die, wie aus der Abbildung ersichtlich, zwischen Versatz und Kohlenstoß offen gehalten werden.

Hinsichtlich der Abbaustrecken und der in ihnen umgehenden Förderung zu den Sohlen- und Teilsohlenstrecken gilt für den schwebenden Strebbau das beim schwebenden Pfeilerbau (Ziff. 75) Gesagte. Die Strecken liegen beim Abbau mit abgesetzten Stößen in der Mitte der zugehörigen Abbaustöße, wenn nicht gemäß Abb. 340 links besondere Fördervorrichtungen vor den Stößen benutzt werden.

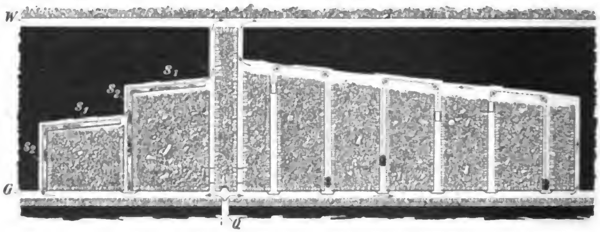


Abb. 340. Schwebender Strebbau mit breitem Blick und mit abgesetzten Stößen.

Um die Förderstrecken möglichst eng halten zu können, kann man, wie in Abb. 340 rechts angedeutet ist, je zwei benachbarte Förderstrecken durch eine gemeinsame Bremseinrichtung verbinden, so daß jede nur einspurig hergestellt zu werden braucht. In großem Maßstabe wird dieser Betrieb im Obernkirchener Steinkohlenbergbau durchgeführt[1]).

Die Förderung kann auch durch Schüttelrutschen vermittelt werden. Um in diesem Falle die Rutsche möglichst ausnutzen zu können, hat man verschiedentlich (Abb. 340 links) die Stöße breiter genommen und die Kohlen zunächst auf eine parallel zum Stoße mitgeführte Fördervorrichtung (Schüttelrutsche s_1) gelangen lassen, die sie der schwebenden Rutsche s_2 zuführte. (Vgl. Bd. II unter „Abbauförderung".) Die Förderstrecken müssen dann an dem einem Ende der Stöße, nicht in ihrer Mitte, nachgeführt werden.

96. — Beschaffung der Versatzberge. Beim schwebenden Strebbau stößt die Zuführung fremder Berge auf Schwierigkeiten, falls nicht das

[1]) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütt.- und Sal.-Wes. 1910, S. 106; Versuche und Verbesserungen.

Digitized by Google

Einfallen so flach und das Flöz so mächtig ist, daß man mit den Bergewagen sowohl von der unteren wie von der oberen streichenden Begrenzungsstrecke bequem vor jeden Punkt des Abbaustoßes gelangen kann. In dünnen Flözen mit geneigter Lagerung bleibt, da nicht für jeden Stoß ein Haspel aufgestellt werden kann, als einfachstes Mittel das Hochziehen von halb beladenen Bergewagen durch das Übergewicht der Kohlenwagen oder das Hochziehen je eines leeren und eines Bergewagens durch zwei Kohlenwagen, wodurch fremde Berge also auch nur in beschränktem Maße zugeführt werden können.

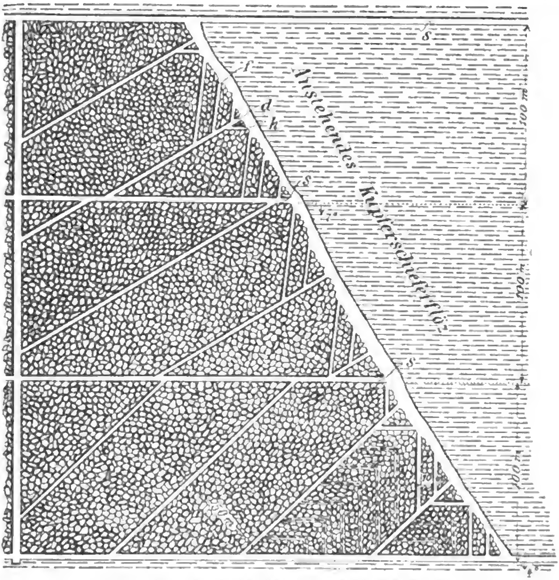


Abb. 341. Strebbau auf dem Mansfelder Kupferschieferflöz.

cc) Der diagonale Strebbau.

97. — Ausführung im allgemeinen. Dieses Abbauverfahren ist für den Steinkohlenbergbau von sehr geringer Bedeutung; es bedarf aber auch schon deshalb keiner näheren Beschreibung, weil Abb. 341 ein genügend deutliches Bild gibt und von den Strecken *d* das beim diagonalen Pfeilerbau Erwähnte gilt. Bei flach-wellenförmiger Lagerung kann ein streichender oder schwebender Strebbau wegen des wechselnden Einfallens örtlich zufällig das Bild eines diagonalen Abbaues zeigen.

Digitized by Google

98. — Diagonaler Strebbau im Mansfeldschen. In großem Maßstabe wird der diagonale Strebbau beim Abbau des sehr regelmäßig und großenteils unter Fallwinkeln von 5—7° gelagerten Mansfelder Kupferschieferflözes angewendet. Hier muß man wegen der geringen Mächtigkeit der Erzschicht, die schon im Abbau das Nachreißen des Hangenden erfordert, den Bahnbruch in den Förderstrecken auf das Notwendigste beschränken. Das geschieht durch das sog. „gemischte Streckensystem", zu dem man nach zeitweiligen anderen Versuchen wieder zurückgekehrt ist[1]) und das durch Abb. 341 veranschaulicht wird. Es werden nämlich nur in großen Abständen streichende, für Wagenförderung nachgerissene Förderstrecken *s* (Teilsohlenstrecken) aufgefahren. Da nun die geringe Höhe im Abbau im Verein mit dem hier nur sehr schmalen Raume zwischen Versatz und Abbaustoß dazu nötigt, die gewonnenen Schiefer möglichst gleich an der Gewinnungstelle durch den Versatz hindurch abzufördern, so werden von

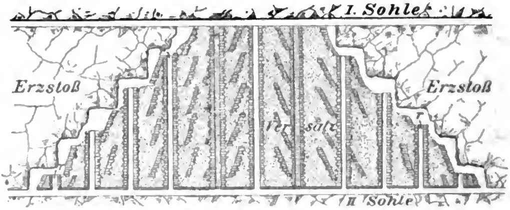


Abb. 342. Schema des Firstenbaues auf Erzgängen.

diesen Förderstrecken *s* sowie anfangs auch von der schwebenden Verbindungstrecke aus in Abständen von etwa 50 m, rechtwinklig gemessen, Diagonalen *d* nachgeführt. Die zwischen den Diagonalen und den streichenden Strecken gelegenen Abbauflächen werden aber außerdem noch durch sog. „Fahrten" *f* an die Diagonalen und Strecken angeschlossen. Die Fahrten werden in Abständen von 10 m ausgespart. Sie erhalten eine geringe Breite und ein Ansteigen von 2—3°, verlaufen also bei mehr als 3° Flözfallen ebenfalls etwas diagonal; nur die dicht unter den Diagonalen mündenden Fahrten *h* können streichend hergestellt werden. Diagonalen und Fahrten werden für die Förderung mit den niedrigen Mansfelder „Strebräderhunden" eingerichtet, die an den Förderstrecken entleert werden.

β) Der Firsten- und der Strossenbau auf Erzgängen.

99. — Wesen des Firstenbaues auf Erzgängen. Der Firstenbau, wie er von altersher sich auf den steil einfallenden Erzgängen herausgebildet hat, gleicht teils dem streichenden, teils dem schwebenden Strebbau. Mit dem ersteren hat er die Abbaurichtung, mit dem letzteren die schwebend nachgeführten Förderwege gemeinsam. Und zwar werden die letzteren hier

[1]) Festschrift der Mansfeldschen Kupferschiefer bauenden Gewerkschaft zum X. Deutschen Bergmannstage, 1907, S. 106.

Digitized by Google

als Stürzrollen ausgebaut, wie das bei der starken Neigung der Lagerstätte nicht anders möglich und bei den gegen rauhe Behandlung nicht empfindlichen und meist feuchten Erzen auch unbedenklich ist.

Der Abbau beginnt von einem Überbrechen oder Absinken aus an dessen unterem Ende. Ist der erste Stoß 8—10 m weit zu Felde gerückt, so folgt der zweite über ihm nach usw. Jeder Stoß greift also die Firste des vorhergehenden an, und im Versatz, der entsprechend nachrückt, bildet sich eine Treppe heraus.

100. — Treiben des untersten Firstenstoßes. Der Abbau (Abb. 342) wird je nach der Erstreckung der Erzmittel oder dem Durchsetzen von Störungen ein- oder zweiflügelig geführt.

Der unterste Firstenstoß nimmt die Sohlenstrecke („Feldortstrecke", „untere Gezeugstrecke") mit, die so ausgebaut werden muß, daß sie den in ihrer Firste einzubringenden Versatz tragen kann. Sie wird daher schmal gehalten und infolgedessen nur in wenig mächtigen Gängen in der vollen Gangmächtigkeit, in mächtigen oder zusammengesetzten Gängen aber am Liegenden aufgefahren. Vielfach legt man im letzteren Falle auch die Feldortstrecke ganz in das liegende Nebengestein (Abb. 305 auf S. 315), um sie möglichst billig ausbauen zu können und sie den Druckwirkungen des Abbaues zu entziehen. Die einzelnen Förderrollen (s. unten) müssen dann durch kurze „Rollenquerschläge" an die Strecke angeschlossen werden, und die Grundstrecke kann mitversetzt werden.

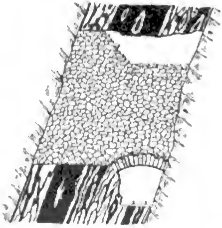


Abb. 343. Feldortstrecke mit Gewölbemauerung.

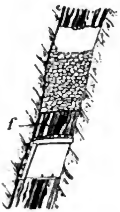


Abb. 344. Feldortstrecke mit Schwebe.

Das Tragen des Versatzes in der Firste der Feldortstrecke wird durch Stempelschlag oder Mauergewölbe (Abb. 343) ermöglicht. Ein sich auf die Streckensohle oder die eigentliche Streckenzimmerung stützender Ausbau wird zweckmäßig vermieden, da dessen Abfangen beim späteren Abbau des „Deckelstoßes", d. h. der Schwebe unter der Grundstrecke, Schwierigkeiten machen würde. Ist das Gangstück in der Firste der Grundstrecke so erzarm, daß man es nicht abzubauen braucht, so läßt man es wohl bei genügender Festigkeit der Gangmasse in 1—2 m Stärke als Schwebe (*f* in Abb. 344) stehen, so daß diese nunmehr den Versatz trägt und nur leicht unterfangen zu werden braucht.

101. — Abbau der oberen Firsten. Rollenförderung. Der untersten Firste folgen die höheren in Abständen von etwa 5—15 m bei je 3—4 m Höhe nach. Die für die Förderung dienenden Rollöcher („Stürzrollen") *r* in Abb. 342 (r_1 r_2 in Abb. 345) werden von der Kameradschaft der untersten Firste in ihrem Versatz ausgespart und von den Hauern der oberen Firsten dem Vorrücken entsprechend stückweise höher geführt, so daß jede Kamerad-

Digitized by Google

schaft die Rolle, sobald ihr Abbau darüber hinweggeschritten ist, bis zur nächsthöheren Firste weiter verlängert. In genügend mächtigen Gängen können diese Rollen seiger angelegt werden (r_2 in Abb. 345), wodurch ihrer Verstopfung am besten vorgebeugt und der auf ihnen lastende Druck abgeschwächt wird. Ausgebaut werden die Rollen mit Schrotzimmerung, Bolzenschrotzimmerung mit starker Verschalung (Abb. 314 auf S. 323), Bruch- oder Ziegelsteinmauerung oder mit Eisenblechzylindern (alten Dampfkesselschüssen u. dgl.), und zwar überwiegt im allgemeinen Bruchsteinauskleidung aus trockenem oder aus Mörtelmauerwerk.

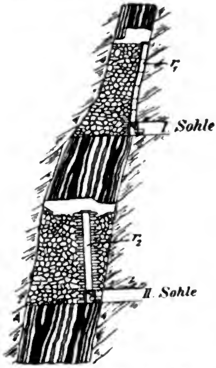


Abb. 345. Stürzrollen beim Erzfirstenbau.

Die Erzförderung vom Abbaustoß bis zu den Rollen erfolgt unter Benutzung von Kratze und Trog durch kleine Karren.

Für den Versatz genügt in der Regel das taube Ganggestein. Etwa noch fehlende Versatzberge müssen von der oberen Gezeugstrecke her zugeführt werden. Zur Erleichterung der Fahrung vor dem Abbaustoß und zur Verhütung von Erzverlusten durch Vermengung von Erzstücken mit dem Versatz werden vor den Firsten wohl Treppen aus groben Bergen (Abb. 342) mit Verlettung der Fugen hergestellt. Lassen sich reichere oder besonders wertvolle Erzstufen bereits vor Ort aushalten, so werden diese in Körben u. dgl. an den Stößen entlang nach unten gefördert, während die Erzrollen dann nur zum Verstürzen der ärmeren Erze benutzt werden. Fallen zeitweilig Berge im Überschuß, so müssen für diese besondere Bergerollen angelegt werden.

102. — Strossenbau. Der Strossenbau bildet das Gegenstück zum Firstenbau, indem bei ihm die Lagerstätte in der Reihenfolge von oben nach unten angegriffen wird. Während also beim Firstenbau im Bergeversatz eine Treppe entsteht, bildet diese sich beim Strossenbau in der Lagerstätte selbst. Dabei müssen die Berge, damit der Raum zwischen Versatz und Abbaustößen offen bleibt, mit Hilfe von Stempelschlag und Verzug „aufgehängt" werden.

Im ganzen bietet der Strossenbau das Bild eines streichenden Strebbaues, als Unterwerksbau mit Voranstellung der oberen Stöße betrieben. Heute ist er nur noch von geringer Bedeutung.

γ) Abbauverfahren mit geschlossenem Bergeversatz („Rutschenbau").

103. — Erläuterung. Bei den Abbauverfahren mit geschlossenem Bergeversatz läßt man die Bremsberge und die zu ihnen führenden Förderstrecken gänzlich fallen und fördert durch feste oder bewegliche Rutschen die gewonnenen Mineralien bis zur Sohle oder Teilsohle unmittelbar am Abbaustoße entlang. Der Versatz kann dann also in geschlossener Masse

Digitized by Google

nachgeführt werden. Wegen der Verwendung von Rutschen für die Förderung soll dieser Abbau als „Rutschenbau“ bezeichnet werden.

Allen derartigen Abbauverfahren gemeinsam ist der starke Bedarf an fremden Versatzbergen, da einerseits die Gewinnung von solchen aus dem Nachreißen der Strecken fortfällt, anderseits infolge des Vorgehens in breiter Fläche das Hangende nicht lange ohne Unterstützung gelassen werden darf. Ohne ausreichende Vorkehrungen zur Beschaffung fremder Berge mit mäßigen Selbstkosten ist also ein solcher Abbau nicht denkbar.

Unterarten des Abbaues mit geschlossenem Versatz ergeben sich, je nachdem die Lagerstätte flaches, mittleres oder steiles Einfallen hat.

104. — Abbau bei flacher Lagerung. Ist das Einfallen so flach, daß das Fördergut nicht mehr auf dem Liegenden rutscht, so müssen besondere Fördereinrichtungen zu Hilfe genommen werden. Bei nicht ganz geringem Fallwinkel können als solche einfache, offene Blechrutschen dienen. Da diese aber bei den großen flachen Höhen, um die es sich hier handelt, nur schwierig zu geschlossenen Strängen verbunden werden können und außerdem vom Einfallen sehr abhängig sind, insbesondere bei geringer Verschwächung des Fallwinkels bereits versagen können, so bedient man sich durchweg der im II. Bande unter „Abbauförderung“ beschriebenen maschinellen Fördereinrichtungen, in erster Linie der Schüttelrutschen, sofern nicht die Mächtigkeit so groß ist, daß im Abbau Schlepperförderung (bei ganz geringem Fallwinkel) oder Brems- bzw. Haspelförderung (bei etwas größerer Flözneigung) möglich ist.

Infolgedessen muß ein solcher Abbau auf die maschinelle Förderung besonders zugeschnitten und nach folgenden Gesichtspunkten geführt werden:

1. Der Stoß muß annähernd in die Fallrichtung gestellt werden, da der Schüttelrutschenbetrieb in schräger Richtung schwierig durchzuführen ist. Allerdings verzichtet man dann auf die volle Ausnutzung der Schlechten, wird dafür aber durch die Mitwirkung des Gebirgsdrucks auf die langen Stöße gemäß Ziff. 86 entschädigt.

2. Um den Gebirgsdruck nicht zu stark werden zu lassen und die Abbauförderung stets voll ausnutzen zu können, ist für einen genügend raschen Verhieb zu sorgen.

3. Der Betrieb muß aus dem gleichen Grunde mit strenger Regelmäßigkeit geführt werden, damit die einzelnen Arbeiten (Schrämen, Abkohlen, Versetzen, Verbauen, Umsetzen der Fördereinrichtung) ohne Zeitverlust und ohne gegenseitige Behinderung ineinandergreifen.

4. Für Beschaffung der erforderlichen Bergemengen und rechtzeitige Nachführung des Versatzes ist ständig zu sorgen, da durch eine Betriebstörung im Falle des Zubruchgehens eines Abbaubetriebes oder auch nur eines Teiles desselben gleich ein starker Förderausfall entsteht.

Überhaupt ist immer zu bedenken, daß infolge der größeren Höhe der einzelnen Abbaustöße größere Fördermengen von jedem Stoße geliefert werden und daß maschinelle Abbauförderungen sehr teuer arbeiten, wenn sie unvollkommen ausgenutzt werden.

Der Grundsatz des vollständigen Versatzes wird verschiedentlich insofern durchbrochen, als man in diesem in größeren Abständen „Blindörter“

Digitized by Google

nachführt, die zur Gewinnung gewisser Mengen eigener Berge durch Nachreißen des Nebengesteins benutzt werden können und außerdem bei Brüchen als Zufluchtsörter für die Hauer dienen. Gestänge und Ausbau sind für diese Strecken nicht erforderlich. Ein Beispiel für einen solchen Abbau liefert Abb. 346 gemäß der Ausführung auf Zeche König Ludwig bei Recklinghausen. Hier konnte wegen des günstigen Hangenden auch noch maschinelle Schrämarbeit (mit der Stangenschrämmaschine *s*, s. S. 150 u. f.) betrieben werden. Es wird also immer ein Feld der Zimmerung für die Kohlengewinnung, ein zweites für die Schrämmaschine *s*, ein drittes für die Schüttelrutsche *r* und ein viertes für das Einbringen des Versatzes benutzt. Die Schrämmaschine arbeitet abwechselnd aufwärts und abwärts, wie die gestrichelten Pfeile und Begrenzungslinien erkennen lassen. Unten angekommen, wird sie in der Streichrichtung, quer zum Abbaustoß, um ein Feld weiter in ihre neue Arbeitstellung geschoben, zu welchem Zwecke der untere Teil des Stoßes in der Höhe *h* von Hand gewonnen wird. Die Berge werden aus dem Nachreißen der Sohlen- und Teilsohlenstrecken S_1 S_2 und aus den blinden Strecken *b* gewonnen.

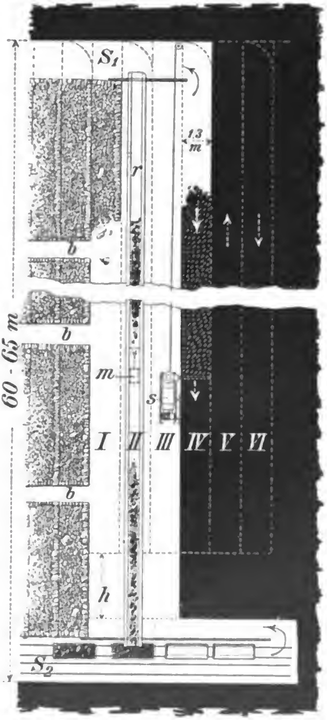


Abb. 346. Abbau mit geschlossenem Versatz, maschinellem Schrämbetrieb und Schüttelrutschenförderung in Flözen von 0,6—1,0 m Mächtigkeit.

Der Betrieb wird in drei Schichten in der Weise geführt, daß in der Nachtschicht geschrämt und die Rutsche umgesetzt wird, morgens die Haupt-Kohlengewinnung und der vorläufige Ausbau erfolgt und nachmittags der Verhieb des Streifens beendigt und der endgültige Ausbau eingebracht wird.

Bei größerer Flözmächtigkeit kann der Bedarf an Versatzbergen nicht mehr durch das Nachreißen der Strecken gedeckt werden; es werden dann fremde Berge zugeführt. Diese Bergeförderung kann — wie in Band II, Abschnitt „Förderung“, unter „Bergeförderung mittels Schüttelrutschen“

Digitized by Google

näher ausgeführt ist — entweder in derselben Rutsche, und zwar gleichzeitig oder abwechselnd mit der Kohlenförderung, oder aber mittels einer besonderen Rutsche erfolgen. Das letztere Verfahren verdient unter den heutigen Verhältnissen den Vorzug[1]), da es keine jedesmalige Reinigung der Rutsche bei der Umstellung von der Kohlen- auf die Bergeförderung und umgekehrt erfordert, die im Betrieb fallenden und von Tage her zugeführten Berge jederzeit unterzubringen gestattet, durch die rasche Entleerung der Bergewagen dem Mangel an leeren Wagen vorbeugt und eine gleichmäßige Beschäftigung der Hauer — je nach Bedarf vor dem Kohlenstoß oder beim Bergeversatz — ermöglicht, auch das Druckluftrohrnetz gleichmäßiger beansprucht.

Abb. 347 veranschaulicht die Anwendung von doppelten Rutschen in zwei Beispielen. In Abb. 347*a* handelt es sich um den Abbau in mächtigeren Flözen, in denen e i n Gewinnungspunkt bereits eine hinreichende Kohlenmenge liefert und daher schwebender Verhieb möglich ist. Ein solcher Abbau kann auch als „schwebender Stoßbau" (s. Abb. 364 auf S. 374) mit Rutschen bezeichnet werden. Wie dort das Fördergestänge für die Bergezufuhr, so wird hier die durch den Motor M_I bewegte Bergerutsche B ständig in dem Maße verkürzt, wie die Kohlenrutsche K verlängert wird, indem die bei B frei werdenden Rutschenschüsse bei K angesetzt werden. Dabei kann die Stoßkraft der Rutsche, namentlich wenn sie als Hängerutsche ausgeführt wird, vorteilhaft dazu ausgenutzt werden, die Berge bis unter das Hangende zu bringen. — Bei dem streichenden Verhieb nach Abb. 347*b* dagegen, wie er bei geringerer Mächtigkeit zur Gewinnung größerer Fördermengen erforderlich ist, werden beide Rutschen in ihrer ganzen Länge ausgenutzt. Man kann dann entweder beide Rutschenstränge ständig in derselben gegenseitigen Lage dem Abbaustoß folgen lassen oder immer abwechselnd die frühere Bergerutsche als

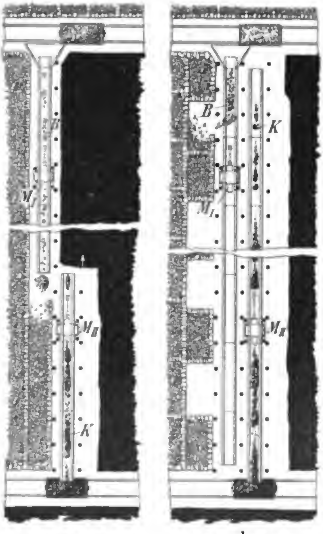


Abb. 347*a* und *b*. Rutschenbau mit besonderen Schüttelrutschen für Kohlen- und Bergeförderung.

[1]) Glückauf 1922, Nr. 19, S. 553 u. f.; Gerke: Die Anwendung von doppelten Rutschen beim Strebbau.

Digitized by Google

Kohlen-, die frühere Kohlenrutsche als Bergerutsche benutzen. Im letzteren Falle braucht man den Rutschenstrang nur halb so oft umzulegen, muß allerdings dafür auf die besondere Anpassung von Rutsche und Motor an die verschiedenen Belastungen bei der Kohlen- und Bergeförderung verzichten und den einen Rutschenstrang jedesmal über den anderen hinwegschieben, kann auch nicht die Möglichkeit ausnutzen, bei günstigem Gebirge und zweckentsprechendem Ausbau die Rutschenstränge im ganzen zu verschieben.

Welche Ausmaße der Rutschenbau annehmen kann, lassen die Abbildungen 348 und 349[1]) erkennen. In Abb. 348 handelt es sich um 3 übereinander zu Felde gehende Rutschenstöße von 90, 110 und 100 m Höhe, deren Rutschen hintereinander geschaltet sind und von seitwärts (in den „Motorörtern") aufgestellten Motoren aus angetrieben werden. Die Versatzberge werden von oben aus zugeführt. — In Abb. 349 sind 5 Rutschenstöße mit Höhen von 185, 140, 120, 140 und 100 m dargestellt, und zwar läßt die Abbildung verschiedene Möglichkeiten für die Weiterbeförderung der Kohle in söhliger Richtung erkennen: die oberen Rutschen 5 und 4 münden auf eine Sohlen- und eine Teilstrecke, die das Fördergut

Abb. 348. Rutschenbau mit breitem Blick, 3 Stöße umfassend.

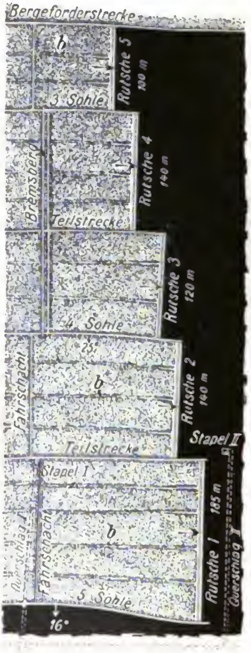


Abb. 349. Rutschenbau mit 4 abgesetzten Rutschenstößen.

[1]) Die Abbildungen entsprechen mit kleinen Änderungen Abbaubetrieben der Gewerkschaft Friedrich Thyssen in Hamborn.

Digitized by Google

einem Bremsberge zuführen, während die Teilsohle für Rutsche 2, wo das Flöz flacher einfällt, von dem Stapel I bedient wird. Die Abbildung deutet an, wie bei rechtzeitiger weiterer Vorrichtung nach entsprechendem Vorrücken des Abbaues ein neuer, weiter im Streichen hergestellter Stapel II in Betrieb genommen und dadurch die frühere Förderstrecke auf der Teilsohle entbehrlich gemacht werden kann. Die Blindörter *b* dienen zur Gewinnung von Versatzbergen; die noch fehlenden Berge werden durch die Rutschen zugeführt.

Ein Rutschenbau mit schwebendem Vorgehen[1]) wird durch Abb. 350 veranschaulicht. Der Abbau rückt von einem Wetterüberhauen aus nach beiden Seiten zu Felde, wobei die Baulänge jedes Flügels sich in erster Linie nach den Gebirgsverhältnissen richtet, bei größerer Länge allerdings

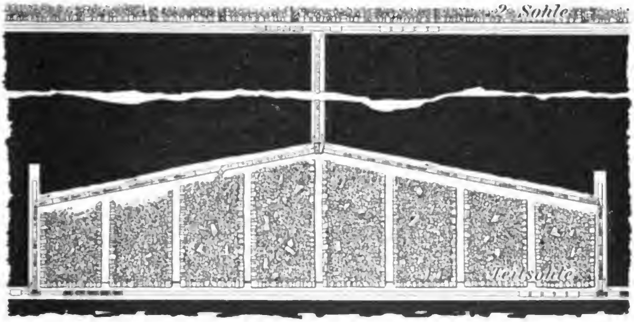


Abb. 350. Schwebender Rutschenbau mit vollständiger Durchführung der Rutschenförderung.

auch durch Förderschwierigkeiten begrenzt wird. Die Kohlen werden durch die schrägen Rutschen den an den Enden des Abbaufeldes mit hochgeführten schwebenden Rutschen, die zum Versatz noch erforderlichen fremden Berge durch eine Mittelrutsche von der oberen Sohle aus zugeführt; diese kann mittels eines verschiebbaren Verteilungstückes nach Bedarf auf die rechte und die linke Rutsche arbeiten. Die im Versatz ausgesparten Strecken sind bei diesem Förderverfahren für die Förderung entbehrlich; sie werden teils zur Bergegewinnung, teils zur Ersparnis an Versatzbergen, teils zur Erleichterung der Holzförderung und des Ein- und Ausbaues von Rutschen und Motoren benutzt.

Sind nur geringe Mengen fremder Berge erforderlich, so kann man diese an den beiden Baugrenzen von unten aus hochziehen, indem man dort schwebende Strecken mit Gestänge mitführt. Der Stoß erhält dann die entgegengesetzte Neigung wie in der Abbildung, und es wird von beiden Grenzen aus nach der Mitte hin gefördert. Wegen der abfallenden Wetterführung ist dieses Verfahren nur für sehr flache Lagerung oder für grubengasfreie Flöze geeignet.

[1]) Glückauf 1922, Nr. 12, S. 33 u. f.; Gerke: Schwebender Strebbau bei flacher Lagerung.

Der schwebende Abbau bietet den Vorteil, daß mit geringen Aus- und Vorrichtungskosten größere Abbauflächen erschlossen werden können. Die Bildung von Teilsohlen kann eingeschränkt werden, da die abfallende bzw. schwebende Förderung in den 3 schwebenden Strecken auch bei größerer Höhe noch billig bewerkstelligt werden kann. Diese schwebenden Strecken, die den Teilsohlen bei streichendem Verhieb entsprechen, können mit wesentlich geringeren Kosten als diese hergestellt und unterhalten werden, denn ihr Querschnitt braucht (soweit nicht die Wetterführung einen größeren Querschnitt verlangt) nur für die Rutschenförderung oder (bei Bergeförderung in Wagen an den beiden Baugrenzen) nur für die schwebende Förderung auszureichen und kann daher geringer als bei streichender Förderung sein. Auch kann im Bedarfsfalle die Kohlengewinnung leichter als beim streichenden Betrieb verstärkt werden, da ohne große Schwierigkeiten die Stöße über die derzeitige Baugrenze hinaus in der Streichrichtung verlängert werden können.

Nachteilig ist, daß die Rutschenstränge vor den Stößen eine sehr flache Lage erhalten und daher erheblichen Kraftaufwand für die Förderung verlangen. Auch lassen sich die Vorteile eines langen Abbaustoßes meist nicht voll ausnutzen, da der bei Brüchen, Motorschäden usw. eintretende Förderausfall dann zu groß werden würde. Ferner erfordert das Wetterüberhauen, wenn man mit wenig Teilsohlen auskommen will, auf die Dauer nicht unerhebliche Unterhaltungskosten, da der Druck mit dem Vorschreiten des Abbaues ständig zunimmt.

Im übrigen ist, wie beim schwebenden Strebbau, auch die Richtung der Schlechten maßgebend: je mehr diese sich der Streichrichtung nähern, um so vorteilhafter wird dieser Abbau.

105. — Abbau bei mittleren Fallwinkeln. (Schrägbau.) Wird das Einfallen so stark, daß das Fördergut auf dem Liegenden rutscht, so kann der Stoß nicht mehr schwebend stehen, sondern muß schräg gestellt werden, damit die unteren Hauer nicht durch die oberen gefährdet werden. Und zwar muß der Förderung wegen das untere Ende des Stoßes vorausgehen. Dieser schräge Stoß rückt dann in der Regel in streichender Richtung vor. Die Förderung kann nicht mehr maschinell erfolgen, sondern wird am besten durch fest verlagerte, offene Blechrutschen bewirkt, die gleichlaufend mit dem Stoße, also gleichfalls schräg, verlegt und dem Vorrücken des Abbaues folgend nachgeschoben werden. Der Verhieb beginnt meist an einem Überhauen in der gleichen Weise, wie sie Abb. 354 für den Firstenbau erkennen läßt. Einen solchen Abbau veranschaulicht Abb. 351 nach einer Ausführung auf Zeche König Ludwig. Und zwar stellt der untere Teil der Abbildung zur Erleichterung des Überblicks den Abbau in einem Zeitpunkt dar, wo er gegenüber dem Stande des Verhiebes im oberen Teile um ein Feld vorgerückt ist. Der Verhieb beginnt an den einzelnen Stellen A_1 A_2 A_3 jedesmal damit, daß die Hauer sich schräg in den Stoß hineinarbeiten. Die gewonnenen Kohlen werden in die Kohlenrutsche k geschaufelt, die in einen Sammelbehälter t_2 mündet. Für die Bergezufuhr dient eine zweite Rutsche b, die an den Füllrumpf t_1 angeschlossen ist; in diesen werden die über die Wetterstrecke S_1 zugeführten Bergewagen durch Umwerfen mit Hilfe einer Kippvorrichtung und durch Vermittlung eines Trichters entleert.

Digitized by Google

Im vorliegenden Falle sind bei hochgeführtem Versatz zwischen Kohlenstoß und Versatz nur drei Felder (II, III und IV im oberen, III, IV und V im unteren Teile) offen, da das Gebirge druckhaft ist. Bei dieser Art des Betriebes dient, wie der Vergleich des unteren und oberen Teiles der Abbildung deutlich macht, die frühere Kohlenrutsche nachher als Bergerutsche. Die Bergerutsche wird in dem Maße, wie sie unten entbehrlich wird, stückweise ausgebaut; die ausgebauten Stücke werden über die alte Kohlenrutsche (*k* im oberen Teil der Abbildung) hinweggeschoben und weiter unten zu der neuen Kohlenrutsche (*k* im unteren Teile) zusammengefügt. Ist das Gebirge besser, so können vier Felder offen bleiben. Das Umlegen der Rutschen braucht dann also erst nach dem Verhiebe eines zwei Felder breiten Kohlenstreifens zu erfolgen. Und zwar wird sowohl die Kohlen- als auch die Bergerutsche um je zwei Felder vorgerückt, so daß in diesem Falle jede Rutsche dauernd Kohlen- bzw. Bergerutsche bleibt.

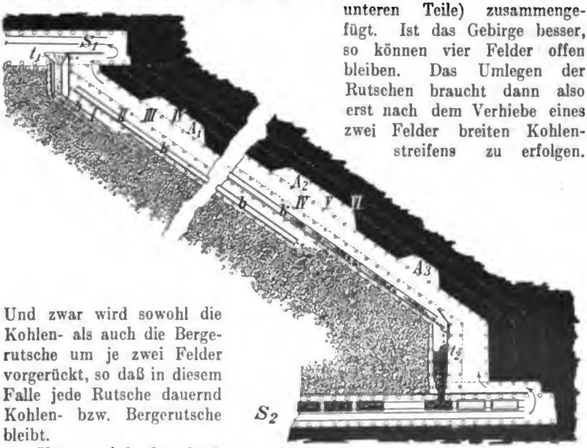


Abb. 351. Schrägbau mit Förderung durch feste Rutschen.

Unten wird der Stoß wegen des Kohlenbehälters t_2 schwebend gestellt. Blinde Strecken können bei diesem Abbau nicht ausgespart werden. Die Wetterführung wird durch Wetterscheider und- gardinen bewirkt. Die flache Höhe des Stoßes, schräg gemessen, beträgt 60 bis 90 m. Die Stellung des Stoßes ist je nach dem Einfallen etwas verschieden, sie wird immer so bemessen, daß die Rutschen eine Neigung von etwa 28° erhalten.

Eine andere Ausführung des Schrägbaues, mit gleichzeitigem Betrieb über der Haupt- und einer Teilsohle, zeigt Abb. 352 nach dem Verfahren auf Zeche Erin[1]). Auch hier wird, nachdem der Abbaustoß am Überhauen seine volle Höhe erreicht hat, das unterste Stück (in 2—4 m Höhe) senkrecht angegriffen, um die Kohlen-Sammeltrichter ein-

[1]) Vgl. Glückauf 1918, Nr. 1, S. 1 u. f.; Grahn: Schrägbau und andere Neuerungen im Flözabbau. — S. auch Zeitschr. f. d. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes. 1916, S. 10; Versuche und Verbesserungen.

Digitized by Google

bauen zu können. Der Verhieb erfolgt in Flözen mit Bergmittel in einem Stoß (Abbau oberhalb der Teilsohle), um die Berge des Mittels auf Bühnen abfangen zu können; in bergmittelfreien Flözen kann (unterer Bauabschnitt der Abbildung) mit zwei Stößen gleichzeitig vorgegangen werden. Die Berge werden durch die oberen festen Rutschen zugeführt, und zwar nach dem Verhieb des durch Strichelung abgegrenzten Stückes, an dessen unterem Ende dann ein Verschlag (s. die untere Abbauhälfte, dicht unter der Teilsohle) hergestellt wird. Vor dem Versetzen eines Streifens wird die Kohlenrutsche in diesem ausgebaut, um nachher als Bergerutsche wieder Verwendung zu finden.

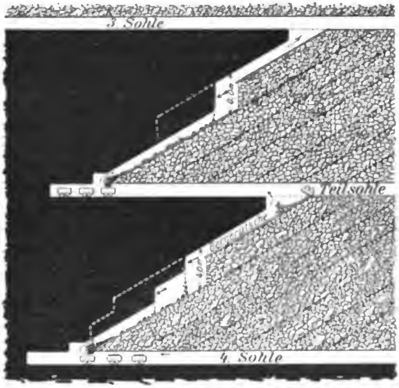


Abb. 352. Schrägbau mit eingelegter Teilsohle.

Eine Schattenseite des Abbaues mit eingelegter Teilsohle ist die Herausbildung spitzer Ecken im Kohlenstoß, die bei nicht genügend raschem Verhieb zu starker Zerdrückung der Kohle führen kann.

Auf der Saargrube Dudweiler[1]) hat man den Schrägbau mit Stößen von 150 m Höhe (schräg gemessen) mit gutem Erfolge durchgeführt. Als Rutschen sind hier einfache, rechtwinklig gebogene Eisenbleche von 3 mm Stärke verwendet worden (Abb. 353), die also nach dem Kohlenstoß hin keine Wand haben.

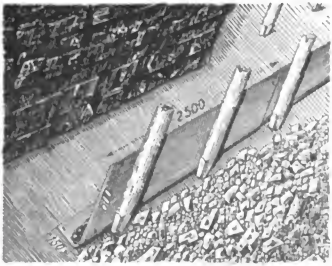


Abb. 353. Schrägbau mit Winkelblechen als Rutschen.

[1]) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütt.- u Sal.-Wes. 1917, S. 37; Versuche und Verbesserungen.

Digitized by Google

106. — Abbau bei steiler Lagerung. Firstenbau auf Steinkohlenflözen. Bei dem Firstenbau, wie er sich im deutschen Steinkohlenbergbau herausgebildet hat, erwiesen die für den Erzbergbau so vorzüglich verwendbaren Stürzrollen sich als unzweckmäßig, da die flache Förderhöhe in der Regel größer als beim Erzbergbau ist und die Rutschen sich daher leichter verstopfen sowie auch wegen des stärkeren Gebirgsdruckes nicht in ihrem vollen Querschnitt offen halten lassen. Für die Förderung am Stoße entlang

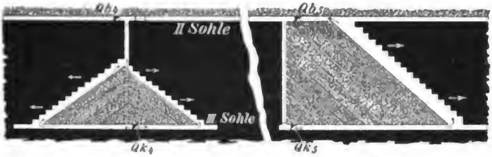


Abb. 354[1]). Firstenbau ohne Rutschen im Anfang (links) und im vollen Betriebe (rechts).

können hier keine Blechrutschen mehr Verwendung finden; sie erfolgt entweder auf der Oberfläche des Bergeversatzes oder auf Holzrutschen, deren Bretter auf die Stempel genagelt werden. Die fremden Berge werden von oben her nachgestürzt und rollen auf der Versatzböschung herunter.

107. — Ausführung des Firstenbaues. Die Ausführung des Firstenbaues auf Steinkohlenflözen wird durch die Abbildungen 354 u. 355 veranschaulicht. Der Abbau beginnt von einem Überhauen aus und rückt in gleicher Weise wie der Erzfirstenbau mit einer größeren Anzahl abgesetzter Stöße zu Felde, wobei jeder Firstenstoß eine Arbeitstelle bildet.

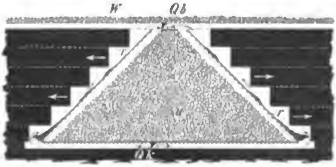


Abb. 355. Firstenbau mit Kohlenrutschen.

Die beiden Abbildungen lassen zwei verschiedene Arten der Kohlenabförderung erkennen. Bei dem Abbau nach Abb. 354 läßt man die Kohlen unmittelbar auf dem Versatz selbst herabgleiten und bringt, um Kohlenverluste und Verunreinigungen der Kohlen zu vermeiden, auf die groben Berge eine Lage feinkörniger Waschberge oder eines ähnlichen Versatzgutes, das nach kurzer Zeit eine feste und glatte Oberfläche bildet. Nach Abb. 355 dagegen erfolgt die Kohlenförderung über Holzrutschen *rr*, hinter denen die Versatzberge verstürzt werden. In beiden Fällen wird der Versatz einfach von der oberen streichenden Strecke aus mit Hilfe von Kopfkippern, fahrbaren Kreiselwippern und ähnlichen Vorrichtungen nachgestürzt. Das Verfahren nach Abb. 355 bietet den Vorteil, daß die Staubbildung verringert wird, weil die Kohle durch das Wasser in den Waschbergen wenigstens im Anfang

[1]) Sammelwerk Bd. II, S. 263.

Digitized by Google

etwas feucht gehalten wird. Auch läßt sich ein großer Teil des Holzes — günstige Druckverhältnisse vorausgesetzt — wieder gewinnen, indem vor dem Nachstürzen des Versatzes jedesmal die letzte Stempelreihe vor der Versatzböschung nach Möglichkeit geraubt wird. Anderseits können nicht gleichzeitig Kohlen gefördert und Berge verstürzt werden, vielmehr muß erst eine Zeitlang das eine und dann das andere erfolgen. Daher wird der Abstand zwischen Kohlen- und Bergestoß größer, und die Festigkeit des Hangenden wird stärker auf die Probe gestellt. Auch erfordert der Abbau eine größere Aufmerksamkeit in der richtigen Führung des Betriebes. Denn der beim Einbringen des Versatzes entstehende Förderausfall muß durch rechtzeitigen Wiederbeginn der Förderung anderer Bauabteilungen ausgeglichen werden, wenn eine gleichmäßige Förderung geliefert werden soll.

Bei dem Firstenbau mit Holzrutsche können Kohlenhauer und Bergeschlepper auf demselben Flügel gleichzeitig arbeiten; man erzielt also einen gleichmäßigeren Betrieb und kann auch ein Flöz mit etwas schlechterem Hangenden abbauen, indem man den Versatz möglichst dicht beihält. Die Kosten der Rutsche sind nicht erheblich, da sie mehrere Male Verwendung finden kann. Die Wiedergewinnung von Holzausbau ist allerdings nicht möglich; doch wiegt dieser Nachteil nicht schwer da der Firstenbau auf dünne Flöze mit geringwertigem Ausbau beschränkt bleiben muß.

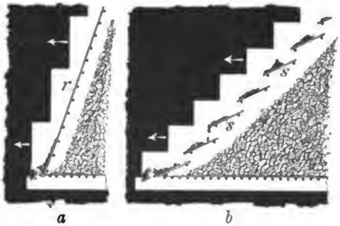


Abb. 356 a und b. Verschiedene Stoßstellungen und Rutschenbauarten beim Firstenbau.

Die Höhen der einzelnen Firstenstöße und ihre streichenden Abstände schwanken in den Grenzen von 3 bis 15 m. Man wählt gern niedrige Stöße, um eine größere Anzahl von Angriffspunkten zu erhalten. Im übrigen muß auf die Flözneigung Rücksicht genommen werden. Fällt das Flöz ziemlich flach, d. h. mit etwa 45—50° ein, so werden die Stöße höher und die Absätze schmaler genommen (Abb. 356*a*), um die Versatzböschung genügend steil für das Rutschen der Kohle machen zu können, ohne unten eine zu große Fläche des Hangenden freilassen zu müssen, wogegen man in steilstehenden Flözen breite und niedrige Stufen (Abb. 356*b*) zu bilden pflegt.

Die Hauer stehen während ihrer Arbeit auf Bühnen, die sie nach Bedarf höher oder tiefer legen (*b* in Abb. 357).

Während des Ansetzens eines Firstenbaues, wie es Abb. 354 links veranschaulicht, müssen die Versatzberge, da der Abbaustoß noch nicht die obere Sohle erreicht hat, durch ein in dem Vorrichtungsüberhauen abgekleidetes Rolloch zugeführt werden. Das Überhauen selbst kann später zugestürzt werden.

108. — **Besonderheiten beim Steinkohlen-Firstenbau.** Führt das Flöz ein Bergmittel, so kann man die Kohlenrutsche nach Abb. 356*b* aus einzelnen, dachziegelartig übereinanderliegenden Teilstücken *s* zusammen-

Digitized by Google

setzen, durch deren Zwischenräume hindurch die Hauer die auf ihren Arbeitsbühnen ausgehaltenen Berge in den Versatz werfen können.

Auch kann man nach Abb. 358 das Bergmittel zunächst durch einen Stempelschlag mit Halbhölzern abfangen und dann für sich gewinnen und durch Querstellung jedes zweiten Rutschenschusses in den Versatz gleiten lassen[1]).

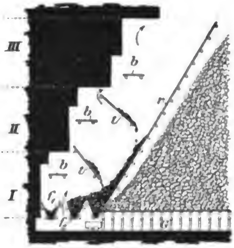


Abb. 357. Arbeitsbühnen, Hilfsrutschen und Kohlentrichter beim Firstenbau.

Die Kohlen werden in einem oder mehreren Holztrichtern f_2 (Abb. 357) gesammelt. Um für die unterste Firste ebenfalls die Möglichkeit eines bequemen Einladens der Kohlen zu schaffen, dabei aber den Wetterzug nicht zu behindern, wird zweckmäßig, wie die Abbildung zeigt, für diesen Stoß ein besonderer Trichter f_1 mitgeführt. Beim Vorhandensein einer Holzrutsche muß die Firste der Grundstrecke zwischen Rutsche und Trichter wetterdicht abgedeckt werden (s. die Abbildungen), damit nicht der Wetterstrom sich hinter der Rutsche einen Weg sucht. — Der Kohlenfall bis zur Rutsche kann durch Hilfsrutschen *t* (Abb. 357) gemildert werden.

Bei gutem Gebirge kann man die ganze Bauhöhe zwischen zwei Sohlen mit einem Abbaustoße angreifen, so daß dieser dann 100—150 m flache Höhe erhalten kann. Jedoch werden meistens, namentlich bei druckhafterem Gebirge oder größerer Flözmächtigkeit, die Bauhöhen geringer (etwa 30 bis 50 m) genommen. In letzterem Falle läßt der Abbau sich über mehreren Teilsohlen gleichzeitig betreiben. Es muß dabei jede Teilstrecke die Kohlenförderung des über ihr und die Bergeversorgung des unter ihr liegenden Firstenbaues vermitteln; sie wird daher zweckmäßig söhlig aufgefahren. Der Firstenbau nimmt dadurch die Gestalt des in Abb. 336 auf S. 351 dargestellten streichenden Strebbaues an.

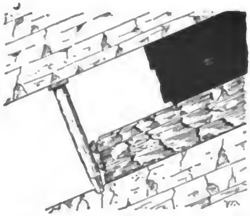


Abb. 358. Abfangen eines Bergmittels beim Firstenbau.

δ) Abbau mit Bergeversatz in einzelnen Streifen (Stoßbau).

109. — Wesen und Einteilung. Während alle bisher besprochenen Abbauverfahren die Lagerstätte in langer, wenn auch vielfach gebrochener Linie angreifen, wird beim Stoßbau immer nur ein verhältnismäßig schmaler Streifen in Angriff genommen und für sich allein verhauen. Daraus folgt,

[1]) Glückauf 1918, Nr. 1, S. 4 u. 5; Grahn: Schrägbau und andere Neuerungen im Flözabbau.

Digitized by Google

daß mit dem fortschreitenden Verhiebe eines Stoßes auch die zugehörige Abbaustrecke abgeworfen, d. h. mitversetzt werden kann, da sie dann ihren Zweck erfüllt hat. Das Wesen des Stoßbaues besteht also darin, daß das Baufeld in einzelne Streifen („Stöße") eingeteilt wird, die jeder für sich abgebaut werden, und daß der Bergeversatz vollständig wird. Auch der Stoßbau kann **streichend** und **schwebend** geführt werden.

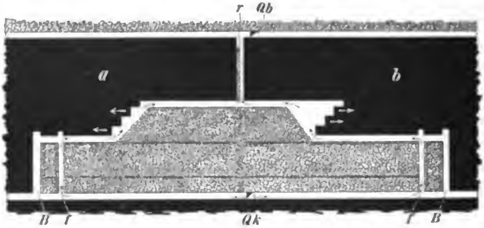


Abb. 359. Schema eines zweiflügeligen streichenden Stoßbaues. Kohlenbremsberge an beiden Seiten.

aa) Der streichende Stoßbau.

110. — Gewöhnliches Verfahren. Beim streichenden Stoßbau bildet das in den Abbildungen 359—361 dargestellte Verfahren die Regel. Es werden nämlich gewöhnlich zwei Förderstrecken benutzt, von denen die obere, mit dem Stoße neu aufgefahrene für die Zuführung der Versatzberge, die untere, vom vorigen Stoße herrührende für die Wegförderung der Kohlen dient.

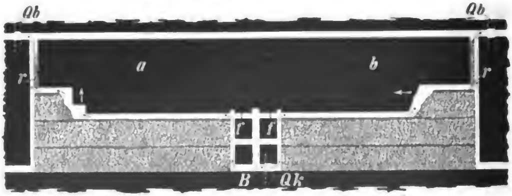


Abb. 360. Schema eines zweiflügeligen streichenden Stoßbaues; Kohlenbremsberg in der Mitte.

Jede Strecke ist also in der ersten Hälfte ihres Bestehens Berge-, in der zweiten Hälfte Kohlenförderstrecke; da aber Kohlen- und Bergewagen sich in derselben Richtung bewegen, so können die Strecken mit Gefälle hergestellt werden. Wie die Abbildungen ferner erkennen lassen, kann der Abbau zweiflügelig betrieben werden, und zwar entweder von der Mitte nach der Grenze des Baufeldes, (wenn nach Abb. 359 der Bergebremsberg bzw. das Rolloch *r* in der Mitte steht, während die Kohlenbremsberge *B* an den Grenzen hergestellt werden), oder umgekehrt (Kohlenbremsberg *B* nach Abb. 360 in der

Digitized by Google

Mitte, Bergebremsberge bzw. -rollöcher *r* an beiden Seiten). Wird der Stoßbau in größerem Maßstabe betrieben, so rücken gleichzeitig nach der anderen Seite der Kohlenbremsberge bzw. der Bergebremsberge ebenfalls Stöße zu Felde, denen wieder andere entgegengetrieben werden; es wechseln dann einfach Kohlen- und Bergebremsberge ab. Die Kohlenbremsberge sowie die neben ihnen etwa angelegten Fahrüberhauen (s. die Abbildungen) können, dem Fortschreiten des Abbaues von unten nach oben entsprechend, stückweise verlängert werden. Sollen jedoch über einer oder mehreren Teilsohlen gleichzeitig andere Stöße in Angriff genommen werden (Abb. 361), so muß der Kohlenbremsberg gleich bis zur obersten Teilsohle hergestellt werden, falls nicht die Teilsohlen durch Ortsquerschläge mit den Bremsbergen eines Nachbarflözes oder mit einem Stapelschacht in Verbindung stehen. — Die Bergebremsberge werden,

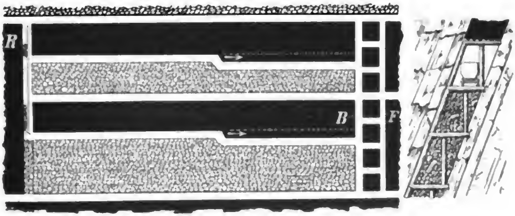


Abb. 361. Stoßbau mit Stößen von Streckenhöhe und eingelegter Teilsohle.

je nachdem die Berge von oben oder von unten oder teils von oben und teils von unten zugeführt werden müssen, mit einfacher Bremse oder mit vereinigter Brems- und Haspeleinrichtung versehen. Für die Bergeförderung von oben zieht man vielfach Rollöcher vor. Die Rollöcher sowie die lediglich von oben Berge zuführenden Bremsberge können mit dem Höherrücken des Abbaues stückweise mit versetzt und abgeworfen werden.

111. — **Verschiedenheiten beim streichenden Stoßbau.** Für die Bemessung der Stoßhöhe oder -breite sind die früher (S. 329, Ziff. 70) erörterten Rücksichten auf Lagerung, Gebirgsbeschaffenheit und Förderung maßgebend. Nur ist noch zu erwähnen, daß beim Stoßbau in flach geneigten Flözen im Gegensatz zum Pfeilerbau auch maschinelle Abbauförderung möglich ist. Infolgedessen können dann die Stoßhöhen größer genommen werden, als es sonst die Erschwerung der Kohlenförderung und Bergezuführung bei höheren Stößen gestatten würde. Der Bergefall beim Bahnbruch, der beim Strebbau von Bedeutung ist, spielt hier nur eine untergeordnete Rolle, da der Stoßbau wegen des Mitversetzens der Strecken und wegen seiner besonderen Eignung für mächtigere Flöze vorwiegend auf die Zuführung fremder Berge zugeschnitten ist. Die geringste Stoßhöhe ergibt sich in Flözen mit schlechtem Nebengestein und großer Mächtigkeit; hier wird der Stoßbau nach Abb. 361 mit Stößen von nur Streckenhöhe geführt, so

Digitized by Google

daß die Zimmerungen der neuen Strecke unmittelbar auf diejenigen der alten zu stehen kommen; man erhält so den sog. „Stoßortbetrieb".

Weitere Unterschiede leiten sich her aus der verschiedenen Einrichtung der Kohlen- und Bergeförderung. Ist nämlich das Einfallen flach oder

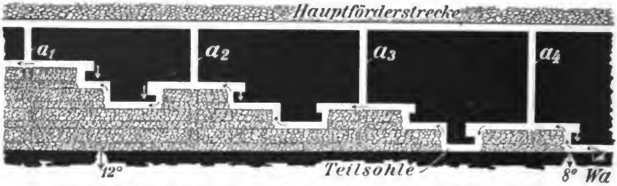


Abb. 362. Stoßbau mit nur je einer Förderstrecke, in mehreren Nachbarabteilungen gleichzeitig betrieben (Unterwerksbau).

handelt es sich bei steiler Lagerung um Stöße von nur Streckenhöhe, so kann man statt der zwei Förderstrecken für jeden Stoß auch mit der oberen Strecke allein auskommen, so daß diese für die Kohlen- und Bergeförderung gleichzeitig benutzt wird und Kohlen und Berge auf ihr in entgegengesetzten Richtungen gefahren werden. Die Strecken werden dann zweckmäßig „totsöhlig" hergestellt. Man braucht hierbei also die untere Strecke nicht mehr für die Förderung offen zu halten, sondern ihr nur einen für die Wetterführung ausreichenden Querschnitt zu bewahren. Auch fällt die Hälfte der Bremsberge fort, da einer und derselbe Bremsberg gleichzeitig der Kohlen- und Bergeförderung dient; an den Grenzen des Baufeldes brauchen nur Wetterüberhauen ausgespart zu werden. Daher eignet sich dies Verfahren besonders für druckhaftes Gebirge. Abb. 362 veranschaulicht einen derartigen Abbau, bei dem die Abhauen a_1—a_4 die Abförderung der Kohlen zur oberen Sohle und die Zuführung der Berge von dieser aus vermitteln. Die Stöße werden abfallend verhauen. Dieser Verhieb ist bei dem Vorhandensein nur einer Strecke dem schwebenden vorzuziehen, da bei letzterem die Kohlen- und Bergeförderung vor dem Abbaustoß sich durchkreuzen würden, während sie bei der in der Abbildung dargestellten Verhiebweise sich nicht stören. Allerdings muß in schlagwetterführenden Flözen

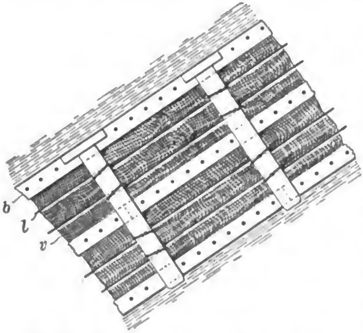


Abb. 363. Halten des Versatzes durch Versatzleinen.

Digitized by Google

das Einfallen genügend flach sein, um die Abwärtsführung der Wetter vor jedem zweiten Stoße zu gestatten.

Den Bergeversatz kann man, wenn der Abbaustoß unten vorgestellt wird, bei genügend steilem Einfallen nach dem natürlichen Böschungswinkel herunterrollen lassen. Wird der Stoß oben vorangestellt (Abb. 359 rechts), so erweitert der Hohlraum sich nach oben hin; es bleiben daher größere Flächen des Hangenden ohne Unterstützung. Da das bei druckhaftem Gebirge zu bedenklich ist, so bringt man hier den Versatz besser in schwebenden, rechteckigen Streifen hinter Verschlägen ein. Diese können aus Brettern oder gemäß Abb. 363 aus dem billigeren Versatzleinen (*v*) gebildet werden, das unter dem Hangenden und am Liegenden, bei größerer Flözmächtigkeit auch noch in der Mitte der Mächtigkeit, an Brettern *b* befestigt wird, die ihrerseits an die Stempel genagelt sind. Vielfach wird das Versatzleinen auch noch durch Drähte oder durch Litzen abgelegter Drahtseile *l* verstärkt.

112. — Erhöhung der Förderleistung beim Stoßbau. Ein Übelstand des Stoßbaues, der sich bei seiner Anwendung im großen bemerklich macht, ist die geringe Zahl von Angriffspunkten und dementsprechend schwache Förderleistung. Man kann diesem Nachteil durch möglichst hohe Stöße, besonders aber durch Abkürzung der Baulängen, d. h. durch weitgehende Zerlegung eines größeren Baufeldes in streichende Abschnitte, und durch Einlegung von Teilsohlen, also durch Zerlegung des Baufeldes in schwebende Abschnitte, begegnen. Die weitgehende Unterteilung in der Streichrichtung wird durch Abb. 362 veranschaulicht. Diese läßt erkennen, daß man die einzelnen streichenden Abschnitte nacheinander in solchen Zeitabständen in Angriff nimmt, daß die vorhergehende Bauabteilung der nachfolgenden immer um eine Stoßhöhe voraus ist. Dadurch wird eine zu schnelle Entfesselung des Gebirgsdruckes verhütet und außerdem dem Bestreben des Hangenden entgegengewirkt, am Bergeversatz entlang durchzubrechen und so sich in einzelne, den Stößen entsprechende Streifen zu zerlegen, was sowohl auf den Abbau als auch auf die Tagesoberfläche ungünstig einwirkt. Man kann nämlich bei hinreichend festem Hangenden schon wieder vorn beginnen, ehe ein solches Durchbrechen eingetreten ist. Auch werden die sonst beim Stoßbau sehr langen Wetterwege auf ein Mindestmaß beschränkt, so daß die Wetter weniger Gelegenheit finden, sich zu erwärmen und mit schädlichen Gasen zu beladen.

Das zweite Mittel zur Erhöhung der Förderleistung, die Zerlegung des Baufeldes nach dem Einfallen, wird durch Abb. 361 veranschaulicht. Für die Kohlenförderung ist der gemeinsame Bremsberg *B* vorhanden, während die Berge aus dem gleichfalls gemeinsamen Rolloch *R* abgezogen werden. Die Bremsberge können bei diesem Betrieb nicht absatzweise hergestellt, sondern müssen gleich mindestens bis zur obersten Teilsohle aufgefahren werden.

113. — Bewetterung beim streichenden Stoßbau. Die Wetterführung ist beim streichenden Stoßbau einfach, indem die Wetter durch die Bremsberge oder durch die Fahr- oder Wetterüberhauen zu- und abgeführt werden und ohne besondere Maßregeln die Stöße bestreichen. Die dem Stoßbau eigentümliche Trennung der einzelnen Betriebspunkte voneinander ist insofern günstig für die Bewetterung, als sie eine weitgehende Teilung des Wetterstromes, d. h. eine Zerlegung in viele einzelne Wetterabteilungen, mit

Digitized by Google

sich bringt. Auf Schlagwettergruben jedoch, in denen der Wetterstrom stets aufwärts geführt werden muß, ergibt sich hieraus eine ungünstige Zersplitterung des Stromes, da z. B. ein zweiflügeliger Stoßbau zwei getrennte Wetterströme erfordert und infolgedessen beim Vorhandensein einer größeren Anzahl von Abbaubetrieben viele Abschluß- und Verteilungseinrichtungen für die Wetterführung notwendig werden, deren Überwachung und Instandhaltung schwierig ist. Ist dagegen das Flöz schlagwetterfrei oder (Abb. 362) ganz flach gelagert, so können beide Flügel eines Stoßbaues von demselben Wetterstrom versorgt werden; man kann dann mit einem stärkeren Teilstrom für eine größere Anzahl von Stößen auskommen.

bb) Der schwebende Stoßbau.

Der schwebende Stoßbau nimmt je nach der Flözneigung verschiedene Gestalt an, so daß er für flache und steile Lagerung gesondert besprochen werden muß.

114. — Schwebender Stoßbau in flachgelagerten Flözen. Der Abbau ist an der Hand der Abbildung 364 ohne weiteres verständlich. Zu jedem der schwebend vorrückenden Stöße gehört eine nach unten (rechts in der Abbildung) und eine nach oben (links) führende Förder-, Fahr- und Wetterstrecke. Dem Fortschreiten des Abbaues entsprechend wird die erstere immer länger, die letztere, die versetzt wird, immer kürzer. Dient die nach oben führende Strecke zur Bergeförderung, so werden ihre Schienen oder Rutschen in dem Maße, wie sie hier entbehrlich werden, in die untere Strecke gelegt. Die Abbildung läßt gut erkennen, wie beim schwebenden Stoßbau durch Einlegung einer größeren Zahl von Teilsohlen ohne große Schwierigkeiten und mit kurzen Wetterwegen, also günstiger Wetterführung, eine größere Fördermenge beschafft werden kann.

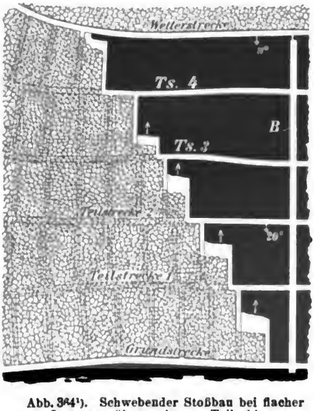


Abb. 364[1]). Schwebender Stoßbau bei flacher Lagerung über mehreren Teilsohlen.

Die Zuführung fremder Berge kann zur Not auch von unten erfolgen, stößt jedoch dann auf dieselben Schwierigkeiten wie beim schwebenden Strebbau.

115. — Schwebender Stoßbau bei steiler Lagerung. In steil aufgerichteten Flözen läßt der schwebende Stoßbau sich nicht in der eben geschilderten Weise durchführen, da das Einbringen des Versatzes bei gleich-

[1]) Sammelwerk Bd. II, S. 190.

zeitiger Kohlengewinnung und Förderung zu große Schwierigkeiten bieten würde. Man verfährt deshalb in der Weise, daß man abschnittweise zunächst nur die Kohlen gewinnt und fördert und erst dann den Versatz auf einmal einbringt. Die gewonnenen Kohlen können zur größeren Sicherheit für die Hauer und zur Verringerung der Staub- und Feinkohlenbildung zunächst im Verschlage liegenbleiben (Abb. 365 *I* u. *III*), so daß nur die infolge der Auflockerung überschießenden Mengen abgefördert werden. Jedoch ergibt sich dann eine ungleichmäßige, stoßweise erfolgende Förderung sowie ein längeres Offenstehen des Hohlraumes bis zur Einbringung des Versatzes, indem nach dem Verhieb eines Abschnitts zunächst der ganze Kohlenvorrat ausgefördert werden muß. Auch verschlechtert die lose Kohle sich durch Entgasung, die auch die Schlagwettergefahr erhöht. Diese Übelstände vermeidet man durch sofortige Abförderung der Kohle gemäß Abb. 365 *IV*, muß dann aber eine größere Gefährdung der Hauer und eine stärkere Zertrümmerung der Kohle in den Kauf nehmen.

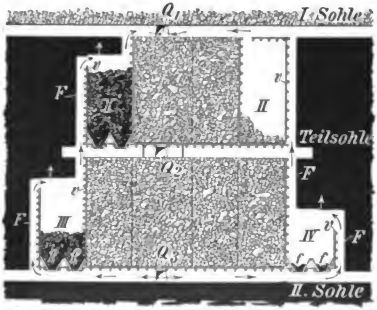


Abb. 365[1]. Schwebender Stoßbau bei steiler Lagerung, mit Teilsohle.

Die Hauer nehmen einen Bretterverschlag mit hoch, der unten durch mehrere Fülltrichter mit Schiebern abgeschlossen wird und zunächst zur Aufnahme der Kohlen dient; zwischen Verschlag und seitlichem Kohlenstoß bleibt ein Raum für das Fahr- und Wetterüberhauen frei. Ist der Stoß an der Teilsohle oder oberen Sohle angekommen, so folgt das Verstürzen des durch den neuen und den früheren Verschlag abgekleideten Hohlraums mit Bergen von oben her, nachdem bei dem Abbau nach Abb. 365 *I* und *III* die Kohlen aus dem Verschlage abgezogen und herausgefördert sind. Während dieser Arbeit kann bereits die Inangriffnahme des nächsten Stoßes erfolgen.

Die Breite der Stöße sowie ihre Höhe, d. h. der Abstand der Sohlen- und Teilsohlenstrecken voneinander, hängt von der Festigkeit des Hangenden ab. Es darf nicht nur kein Zubruchgehen, sondern auch keine Beunruhigung des Hangenden eintreten. Denn bei dem Abbau nach *IV* würde dann die Gefahr zu groß werden, und bei dem Abbau nach *I* und *III* würde das Hangende sich auf die im Verschlag lagernden Kohlen setzen können, so daß die Kosten für deren Gewinnung doppelt gezahlt werden müßten und doch nicht alle Kohlen mehr gewonnen werden könnten.

[1]) Sammelwerk Bd. II, S. 195.

Digitized by Google

Ist das Gebirge genügend zuverlässig, so kann sogar mit je zwei Stößen nebeneinander vorgegangen werden. Dadurch sowie durch die Einlegung von Teilsohlen nach Abb. 365 läßt sich die Kohlenlieferung auf eine befriedigende Höhe bringen. Jedoch ist hier die Kohlenabfuhr noch ungleichmäßiger als beim Firstenbau ohne Rutsche (Abb. 354), da beim schwebenden Stoßbau nicht nur zwei, sondern unter Umständen (nach Abb. 365 *I* und *III*) sogar drei Betriebsabschnitte (1. Förderung der überschüssigen Kohlenmengen während des Verhiebes, 2. Förderung großer Massen während der Entleerung der Verschläge, 3. Unterbrechung der Kohlenförderung durch das Einbringen des Versatzes gemäß Abb. 365 *II*) zu unterscheiden sind. Es muß daher hier mit besonderer Sorgfalt darüber gewacht werden, daß durch eine genügende Anzahl gleichzeitig vorrückender, aber in verschiedenen Betriebszuständen befindlicher Stöße der erforderliche Ausgleich geschaffen und eine gleichmäßige Kohlenförderung und Bergezufuhr ermöglicht wird.

ε) *Abbauverfahren mit Vor- und Rückbau.*

116. — Erläuterung. Bei allen bisher besprochenen Abbauverfahren mit Bergeversatz begann der Abbau gleich am Bremsberge oder Überhauen und schritt in einer und derselben Richtung bis zur Baugrenze fort. Bei den im folgenden beschriebenen Abbauarten dagegen wird der Abbau wie der Pfeilerbau in zwei Zeitabschnitten geführt, indem man zunächst bis zur Abbaugrenze mit Strecken oder breiten Stößen vorgeht und sodann die dabei noch stehengebliebenen Kohlenpfeiler von rückwärts her gewinnt. Wird dabei der Versatz erst im zweiten Bauabschnitt eingebracht, so nennt man den Abbau „Pfeilerbau mit Bergeversatz". Wird der Abbau dagegen im ersten Bauabschnitt mit Versatz, im zweiten ohne Versatz betrieben, so handelt es sich um den „vereinigten Streb- und Pfeilerbau".

aa) Der Pfeilerbau mit Bergeversatz.

117. — Ausführung des Pfeilerbaues mit Versatz. Bei diesem Abbauverfahren werden zunächst ganz wie beim Pfeilerbau Abbaustrecken getrieben, die das Baufeld in einzelne Pfeiler zerlegen. Der Rückbau der Pfeiler erfolgt mit Ausfüllung der Hohlräume durch Versatz.

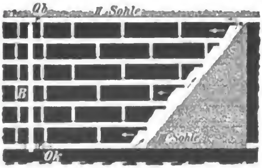


Abb. 366. Pfeilerbau mit geschlossenem Versatz.

Nur auf den streichenden Betrieb eines solchen Abbaues braucht hier eingegangen zu werden.

Die Einbringung des Versatzes kann in verschiedener Weise erfolgen. Man kann zunächst wie beim gewöhnlichen Pfeilerbau den Verhieb der oberen Pfeiler vorgehen lassen und die Förderwege im Versatz offen halten, so daß jeder Pfeiler einen besonderen Bergekasten für das Aufhängen des Versatzes erhält.

Digitized by Google

Wenn jedoch das Gebirge es gestattet und das Einfallen steil genug ist, kann man vorteilhafter den Versatz von der Feldesgrenze aus in einer zusammenhängenden Masse (Abb. 366) einbringen, indem man statt der oberen die unteren Pfeiler vorgehen läßt und die Berge von der oberen Sohle aus nachstürzt. Die kostspieligen „Bergekasten" auf den einzelnen Strecken fallen dann fort, und der Versatz wird vollständig.

bb) Der vereinigte Streb- und Pfeilerbau.

118. — Durchführung (im allgemeinen und im einzelnen). Bereits der Pfeilerbau mit Versatz nimmt wegen seiner weitergehenden Vorrichtung eine besondere Stellung unter den Abbauverfahren mit Bergeversatz ein. Noch weiter entfernt sich der vereinigte Streb- und Pfeilerbau von dem Begriff des Abbaues mit Versatz, da bei ihm nicht nur der Abbau durch das Auffahren von Vorrichtungstrecken vorbereitet, sondern auch der Versatz nur ganz unvollständig ausgeführt wird.

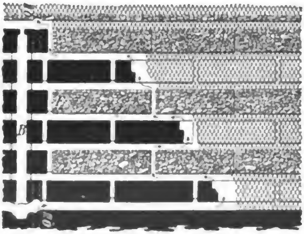


Abb 367. Vereinigter Streb- und Pfeilerbau mit breiten Strebstößen bei flacher Lagerung.

Gemäß Abb. 367 werden zunächst Strebstöße ins Feld getrieben, die mehr oder weniger starke Kohlenpfeiler zwischen sich lassen, und nach Ankunft dieser Strebstöße an der Baugrenze die stehengebliebenen Pfeiler rückschreitend verhauen. Der Bergebedarf der Strebstöße wird lediglich durch Nachreißen der Förderstrecken gedeckt. Daher werden sie auch je nach der Menge der hierbei fallenden Berge verschieden breit aufgefahren. Bei dem Abbau nach Abb. 367 ist die Breite der Strebstöße annähernd gleich derjenigen der Pfeiler. In diesem Falle, der flache Lagerung voraussetzt, werden die Strebstöße von je zwei Förderstrecken begrenzt, auf denen je die Hälfte der beim Strebbau gewonnenen Kohlen zum Bremsberg gefahren wird und die auch je zur Hälfte mit ihren Bergen zum Versatz beisteuern, so daß das Kohlenladen und Bergeversetzen möglichst erleichtert wird.

Zur besseren Wetterführung werden Durchhiebe in den Kohlenpfeilern hergestellt und entsprechende Wetterröschen im Versatz ausgespart; die ersteren ermöglichen die Abkürzung der Wetterwege während des Strebbaues, die letzteren erfüllen dieselbe Aufgabe für den Pfeilerrückbau.

Bei zweiflügeligem Abbau legt man wohl am Bremsberg jedesmal einen Strebstoß einem Kohlenpfeiler gegenüber, um den entstehenden Gebirgsdruck möglichst gleichmäßig auf den Bremsberg zu verteilen.

Werden bei geringem Bergefall die Strebstöße wesentlich schmäler als die Kohlenpfeiler, so nimmt der Abbau die Gestalt eines Pfeilerbaues an, dessen Strecken mit Damm aufgefahren werden.

Digitized by Google

3. Beurteilung der verschiedenen Abbauverfahren mit Bergeversatz auf Lagerstätten von mäßiger Mächtigkeit und Abgrenzung ihres Anwendungsgebietes.

119. — Allgemeine Beurteilung der Abbauarten mit Abbaustrecken. Diejenigen Abbauverfahren, die Förderstrecken im Versatz mit zu Felde führen, bieten den Vorteil, daß die einzelnen Kameradschaften hinsichtlich der Förderung voneinander unabhängig sind, also ein Bruch an einer Stelle nicht ohne weiteres auf alle anderen Angriffspunkte zurückwirkt. Auch sind sie von Unregelmäßigkeiten im Einfallen im allgemeinen wenig abhängig, wenn auch bei schwebendem Vorgehen dadurch Unbequemlichkeiten entstehen können. Daher ist die Kohlenlieferung solcher Abbaubetriebe gleichmäßig. Eine Ungleichmäßigkeit macht sich nur in größeren Zwischenräumen bemerklich, indem die Herstellung eines neuen Bremsbergs eine Unterbrechung der Kohlengewinnung mit sich bringt. Doch fällt auch dieser Stillstand bei dem Strebbau mit Aufrollen der Bremsbergfelder fort, da hier der Übergang der Förderung von einem Bremsberg auf den andern allmählich stattfindet. Ein Vorteil ist ferner, daß man bei der Stellung der Stöße weitgehende Rücksicht auf die Schlechten nehmen kann und bei teilweise unruhigem Gebirge oder Belästigung durch Gasentwicklung die oberen oder unteren Stöße rascher zu Felde führen, sich überhaupt den wechselnden Verhältnissen besser anpassen kann. Dazu kommt, daß der Abbau großenteils mit eigenen Bergen vom Bahnbruch betrieben werden kann.

120. — Beurteilung des Rutschenbaues. Die Rutschenbau-Verfahren bieten unter den für sie günstigen Verhältnissen erhebliche Vorteile. Zunächst fallen die in der Herstellung und Unterhaltung teuren Bremsberge gänzlich fort. Ebenso scheidet auch die Unterhaltung der Abbaustrecken aus, da die allenfalls nachgeführten blinden Strecken keine Unterhaltungskosten verursachen. Die auf diese Weise ermöglichten Ersparnisse sind bedeutend. Denn man kann beim Strebbau an monatlichen Kosten für die Unterhaltung eines Bremsbergs mindestens etwa 5 ℳ je lfd. Meter und für diejenige der Abbaustrecken mindestens 2 ℳ je lfd. Meter annehmen. Berücksichtigt man nun, daß die Strecken erst am Ende des Abbaues ihre volle Länge erhalten, für die Unterhaltung also im Durchschnitt mit ihrer halben Länge eingesetzt werden müssen, so ergibt sich beispielsweise bei einer streichenden Länge von 150 m und einer flachen Höhe von 100 m, wenn das Baufeld in 10 Streben eingeteilt ist und die Herstellung des Bremsbergs 3 Monate, der Abbau 6 Monate erfordert, eine Gesamtsumme von rd. 12000 ℳ an Unterhaltungskosten bis zur Beendigung des Abbaues; die Tonne Förderung wird also bei 1 m Flözmächtigkeit und dementsprechend rd. 18000 t Kohleninhalt des gedachten Baufeldes mit rd. 67 ₰ belastet. Dazu treten noch die Kosten der Herstellung des Bremsbergs, wenn ohne „Aufrollen" vorgegangen wird. Beim Rutschenbau aber fallen nicht nur diese Herstellungs- und Unterhaltungskosten fort, sondern es wird auch noch die Zeitdauer des Abbaues verkürzt, so daß auch die Unterhaltung der wenigen bei diesem Abbau noch übrigen Strecken (Grund- und Teilsohlenstrecken) nur für diese kürzere Zeitspanne den Betrieb belastet. Daß eine solche Beschleunigung des Abbaues

Digitized by Google

möglich ist, hat seinen Grund darin, daß der Zeitaufwand für das Nachreißen und Ausbauen der Abbaustrecken fortfällt und die gewonnenen Kohlen rascher als durch die Streckenförderung abgefördert werden können.

Dazu tritt noch die Verringerung der Kohlengewinnungskosten infolge der geringeren Belastung der Hauer durch Nebenarbeiten. Auch wird an Förderkosten gespart, da die auf der oberen und unteren Sohle und den Teilsohlen beschäftigten Berge- und Kohlenschlepper, (sofern nicht überhaupt die Pferde- oder Maschinenförderung bis hierher geführt wird), gut ausgenutzt werden, die Unterhaltung der Gestänge, Bremsgestelle, Seile, Bremswerke usw. fortfällt und die Zeitverluste durch das Warten am Bremsberge, das An- und Abschlagen der Wagen usw. ausscheiden.

Ein weiterer wesentlicher Vorzug dieser Abbauverfahren ist der geschlossene Bergeversatz an sich, der bei richtiger Bemessung der Schnelligkeit des Verhiebs (Ziff. 86) ein gleichmäßiges und bruchfreies Senken des Hangenden und eine erwünschte Unterstützung der Gewinnung durch den Gebirgsdruck herbeiführt. Dazu kommt noch, daß eine Beunruhigung des Gebirges, wie sie beim Nachreißen von Strecken eintritt, vermieden wird, was besonders bei Vorhandensein von „Nachfall" wichtig ist. Auch ist die Wetterführung infolge des Fortfalls der Strecken sehr günstig, da Verzettelungen des Wetterstromes durch diese sowie auch Schlagwetteransammlungen in den Strecken vermieden werden und der Wetterstrom geschlossen und kräftig den Abbaustoß bestreichen kann. Im Saarbrücker Steinkohlenbergbau ist sogar für verschiedene Gruben die Gefahr von Schlagwetteransammlungen in den Abbaustrecken ein Hauptgrund für die Einführung des Schüttelrutschen-Abbaues gewesen[1]).

Der schnelle Verhieb, zu dem schon die Rücksicht auf das Gebirge nötigt, ist, abgesehen von der günstigen Einwirkung auf das Hangende, auch insofern vorteilhaft, als er eine starke Zusammenziehung der Förderung an wenigen Stellen und eine bequeme Beaufsichtigung ermöglicht; zwei gut belegte Schüttelrutschen- oder Firstenbaubetriebe können schon die Förderung einer ganzen Steigerabteilung liefern.

Einige besondere Bemerkungen verdient der Firstenbau. Er wirkt ganz besonders günstig auf das Hangende, da die Versatzberge bei dem steilen Einfallen in alle Hohlräume gelangen und sich fest zusammenpressen. Nachteilig ist die wegen der vielen einspringenden Ecken ungünstigere Wetterführung sowie die starke Kohlenzerkleinerung und Staubbildung durch Fall. Daher ist der Firstenbau im Steinkohlenbergbau nur für solche Flöze geeignet, deren Kohle auch in zerkleinertem Zustande nutzbringend verwendet werden kann. Auch nach dem Flözverhalten ist die Anwendbarkeit des Firstenbaues eingeengt. Flöze von etwa 1,5 m Mächtigkeit und darüber verursachen, wenn es sich nicht gerade um besonders feste Kohle handelt, zu große Schwierigkeiten durch die Kohlenfallgefahr und durch die Einbringung der schweren Zimmerung. Bergmittel im Flöz sind zwar kein unüberwindbares Hindernis, erschweren aber den Abbau bedeutend. Hiernach eignet der Firstenbau sich in erster Linie für dünne, steilgelagerte Flöze ohne Bergmittel, mit fester

[1]) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes. 1911, S. 405; Hochstrate: Abbaufördereinrichtungen auf den staatlichen Steinkohlenbergwerken bei Saarbrücken.

Kohle und festem Hangenden, wenn fremde Berge zur Verfügung stehen und auf die Erzielung von Stückkohlen kein großer Wert gelegt zu werden braucht.

Dagegen ist ein Hauptnachteil der Rutschenbau-Verfahren eine gewisse „Starrheit". Wegen der Abhängigkeit der einzelnen Angriffspunkte jedes Stoßes voneinander und der Notwendigkeit, den Abbaustoß so zu stellen, wie es die Rücksicht auf die Förderung erfordert, fehlt ihnen die Beweglichkeit, die den Abbau mit Förderstrecken kennzeichnet und ihm eine weitgehende Anpassung an die Lagerungs- und Flözverhältnisse gestattet. Ferner machen sich schon geringe Betriebstörungen sehr bemerklich, da sie leicht die ganze Förderung des Flügels zum Stillstande bringen und dieser Förderausfall nicht an anderen Stellen wieder eingebracht werden kann. Bei flacher Lagerung treten hierzu die Schwierigkeiten, die der Betrieb der Abbauförderungen verursacht und die namentlich bei empfindlichen Motoren oder nicht genügend eingearbeiteter Belegschaft leicht zu Störungen führen können. Auch können, da der Abbau auf die reichliche Zufuhr fremder Berge angewiesen ist, hohe Kosten für diese den Betrieb sehr verteuern und so seine Vorteile großenteils aufwiegen. Dieser Gesichtspunkt tritt besonders bei flacher Lagerung hervor, da dann die Bergeförderung im Abbau gleichfalls durch Schüttelrutschen erfolgen muß. — Außerdem geht die Hauerleistung vor den hohen Stößen infolge der starken Belegung und des geringeren Ansporns für den einzelnen Hauer zurück.

Im allgemeinen wird man sagen können, daß der Rutschenbau wegen seiner Vorteile nach Möglichkeit anzustreben ist, daß aber folgende Vorbedingungen für ihn gefordert werden müssen: einigermaßen gleichmäßiges Flözverhalten; ein Hangendes, das nicht zu sehr zum plötzlichen Niedergehen in größeren, selbständigen Schollen neigt; nicht zu hohe Kosten für die Zufuhr der Berge zum Abbaufelde und für ihre Förderung im Abbau selbst.

Kleinere Gebirgstörungen[1]) sind für die Abbauverfahren mit geschlossenem Versatz schon bei geringen Verwurfshöhen (von weniger als Flözmächtigkeit) sehr störend, wenn der obere Teil des Stoßes gesunken ist, weil dann leicht ein zu starker Knick entsteht, als daß er von der Schüttelrutsche usw. noch überwunden werden könnte. Dagegen verursachen Störungen mit entgegengesetzter Verwurfrichtung geringere Schwierigkeiten als beim gewöhnlichen Strebbau. Denn es brauchen immer nur die beiden Strecken am unteren und oberen Ende durch die Störung hindurch getrieben zu werden, und der Beginn eines neuen Abbaues hinter einer größeren Störung erfordert nur die Herstellung eines einfachen Überhauens. Der Abbau bis an eine größere Störung heran kann bei Schüttelrutschenbetrieb je nach der Streichrichtung der Störung durch Schwenken der Schüttelrutsche oder, wenn der Stoß die Störung zuerst oben erreicht, durch allmähliche Verkürzung der Rutsche (Abb. 368) ermöglicht werden.

Die Flözmächtigkeit kommt bei diesem Vergleich insofern in Betracht, als mit wachsender Mächtigkeit im allgemeinen die Vorteile des Rutschenbaues geringer, seine Nachteile größer werden. Denn in mäch-

---

[1]) S. den auf S. 379 in Anm. [1]) genannten Aufsatz, S. 416 u. f.; — ferner Glückauf 1911, Nr. 18, S. 689 u. f.; Pieper: Über die Arbeitweise der Schüttelrutschen usw.

Digitized by Google

tigen Flözen macht der Gebirgsdruck sich stärker bemerklich, der Abbaustoß rückt langsamer vor, und die Gefahr eines Förderausfalls bei Brüchen u. dgl. fällt wegen der größeren Förderleistungen in solchen Flözen schwerer ins Gewicht. Bei steilem Einfallen wird außerdem die Gefahr des Kohlenfalls aus den überhängenden Firsten zu groß. Dagegen verursachen in mächtigen Flözen Abbaustrecken und Bremsberge geringere Kosten, zumal sich bei der Unterhaltung durch nachgiebige Zimmerung viel sparen läßt, und bei genügend flacher Lagerung kann mit den Förderwagen unmittelbar aus dem Abbau gefördert werden.

121. — **Strebbau.** Der Strebbau mit breitem Blick kommt hinsichtlich der günstigen Senkung des Hangenden und der guten Bewetterung dem Rutschenbau nahe, teilt aber mit diesem auch die größere Empfindlichkeit gegen ein ruckweise sich setzendes Hangendes, weil er die Bloßlegung ununterbrochener, breiter Streifen erfordert. In letzterer Hinsicht kann der Strebbau mit abgesetzten Stößen den Vorzug verdienen, der sonst wegen der Bruchkanten, die sich an den streichenden Streifen zwischen den einzelnen Stößen leicht bilden (vgl. Ziff. 92), und wegen der größeren Schlagwettergefahr in den einspringenden Ecken weniger günstig ist.

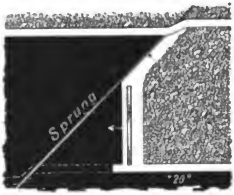


Abb. 368. Abbau mit allmählich verkürzter Schüttelrutsche bei Annäherung an eine Störung.

Vergleicht man den streichenden mit dem schwebenden Strebbau, so ist zugunsten des letzteren in die Wagschale zu werfen: der geringere Querschnittsbedarf in den Abbaustrecken, in denen schwebend, also mit bester Einfügung der Förderwagen in den Streckenquerschnitt, gefördert wird; die bequeme und billige Förderung, da die Schlepperförderung großenteils durch den Bremsbetrieb ersetzt wird; die Unabhängigkeit in der Bemessung der streichenden Baulänge eines Abbaufeldes, weil bei einigermaßen günstigem Hangenden immer neue Stöße fortschreitend zu Felde rücken können; endlich die Gleichmäßigkeit des Betriebes, die nicht wie beim streichenden Strebbau durch den Übergang des Abbaues von einem Bremsbergfeld auf ein anderes gestört wird. Jedoch ist das Anwendungsgebiet des schwebenden Strebbaues sehr beschränkt. Nicht nur kann er bei steilerer Lagerung keine Verwendung finden, sondern er eignet sich auch bei flacher Flözneigung nicht für mächtigere Flöze, die wenig eigene Berge liefern, aber viel Versatzberge erfordern, deren Beschaffung beim schwebenden Strebbau sehr schwierig ist. Die Wetterführung verlangt, da es sich um lauter schwebende Betriebe handelt, größere Vorsicht als beim streichenden Strebbau.

Wo nach Lage der Verhältnisse sowohl mit streichendem als auch mit schwebendem Strebbau abgebaut werden kann, läßt man zweckmäßig den Verlauf der Schlechten für die Wahl der einen oder anderen Abbauart entscheiden.

122. — **Firsten- und Strossenbau im Erzbergbau.** Im Erzbergbau, soweit er sich auf Gängen von nicht sehr bedeutender Mächtigkeit bewegt, ist der Firstenbau die am häufigsten, vielfach sogar ausschließlich in Betracht

Digitized by Google

kommende Abbauart, da er wegen des Wegfalls von Förderstrecken und der bequemen Rollochförderung sich sehr billig stellt.

Der Strossenbau auf Erzgängen unterscheidet sich vom Firstenbau nachteilig durch seine hohen Holzkosten für die Bergeverschläge der einzelnen Strossen und durch die Belästigung der Hauer durch Gebirgswasser und das Herunterschaffen der Erze über mehrere Strossen bis zur nächsten Abbaustrecke. Er hat demgegenüber nur den Vorteil, daß er gleich an der Erdoberfläche begonnen werden kann und daß keine Erze in den Versatz geraten können; die letztere Eigenschaft des Strossenbaues führt manchmal zu seiner Verwendung auf Lagerstätten mit besonders wertvollen Erzen.

123. — **Der Abbau in einzelnen Streifen (Stoßbau).** Der Stoßbau unterscheidet sich von den bisher besprochenen Abbauarten dadurch, daß er immer nur verhältnismäßig kurze Angriffsflächen hat. Daraus erwächst ein Hauptvorteil dieses Verfahrens: seine Anwendbarkeit bei schlechtem Hangenden, da keine großen Flächen gleichzeitig bloßgelegt werden. Aus dem gleichen Grunde empfiehlt sich der Stoßbau für brandgefährliche Flöze: zur Absperrung eines Brandes an einem Betriebspunkt sind nur wenig Abdämmungsarbeiten erforderlich, und der dadurch herbeigeführte Förderausfall ist nur geringfügig. Auch das Zufüllen der Förderstrecken ist in verschiedener Hinsicht vorteilhaft: man erzielt einen vollständigen Versatz wie beim Rutschenbau; ein kostspieliges „Aufhängen" der Versatzberge bei steiler Lagerung, wie es beim Strebbau notwendig ist, fällt weg, was besonders in Flözen von großer Mächtigkeit sehr ins Gewicht fällt; und die Strecken-Unterhaltungskosten werden gegenüber dem Strebbau wesentlich verringert, da die Strecken wegen der geringeren Baulänge nicht so lange zu stehen brauchen und immer auf einer Seite den noch ziemlich druckfreien Kohlenstoß haben.

Diesen Vorzügen stehen jedoch beim streichenden Stoßbau als Nachteile gegenüber: die zerstreute Lage der einzelnen Betriebspunkte mit ihrer Zersplitterung der Förderung und Wetterführung; die Schwierigkeit, eine größere Förderleistung zu erzielen; der langsame Abbau und die Gefahr der Bildung von Bruchlinien entlang der oberen Stoßgrenze und daher der Zerlegung des Hangenden in eine Anzahl selbständig sich bewegender Streifen. Man zieht deshalb im allgemeinen den Abbau in breiter Fläche vor und beschränkt den streichenden Stoßbau vorzugsweise auf mächtige Flöze mit schlechtem Hangenden und milder, zur Selbstentzündung neigender Kohle.

Beim schwebenden Stoßbau in der Ausgestaltung, wie sie bei flachem Einfallen in Betracht kommt, treten die Nachteile des Stoßbaues mehr zurück, da hier sich leichter eine größere Angriffsfläche ohne große Zersplitterung erzielen läßt (vgl. Abb. 364 auf S. 374), auch die Wetterführung einfacher wird. Vor dem schwebenden Strebbau hat der schwebende Stoßbau die Möglichkeit voraus, fremde Berge von oben in beliebigen Mengen zuführen zu können. Dem streichenden Stoßbau wird er vielfach wegen der Lage der Schlechten vorgezogen. Bei steilem Einfallen kann der schwebende Stoßbau als ein vorteilhaftes Verfahren bezeichnet werden; mit dem Firstenbau hat er die Billigkeit infolge des Wegfalls der Strecken gemeinsam, zeichnet sich aber vor ihm aus durch die bessere Wetterführung und die Möglichkeit einer besseren Schonung der Kohle. Allerdings erfordert er größere Sorgfalt

Digitized by Google

bei der Regelung des Betriebes, wenn eine gleichmäßige Kohlenlieferung und Bergezuführung erzielt werden soll. Ein Vorteil ist auch die Arbeitsteilung in Hauer-, Schlepper- und Versatzarbeit, die eine günstige Ausnutzung der Arbeitskraft der Leute ermöglicht. Das Anwendungsgebiet dieser Abbauart ist freilich noch beschränkter als das des Firstenbaues, da die Flözmächtigkeit nur gering sein darf, das Hangende sich längere Zeit selbst tragen und daher sehr fest sein muß und das Flöz kein Bergmittel führen darf.

124. – Abbauverfahren mit Vor- und Rückbau. Der Pfeilerbau mit Versatz kann sowohl mit dem Strebbau als auch (Abb. 366) mit dem Firstenbau Ähnlichkeit haben. Diesen Abbauarten gegenüber hat er jedoch den Nachteil, daß besondere Vorrichtungstrecken mit allen ihren oben (Ziff. 78 u. 79) geschilderten Nachteilen aufgefahren werden müssen; er wird deshalb nur bei schwierigeren Verhältnissen angewandt. Im übrigen hat der Abbau nach Abb. 366 bei steilem Einfallen vor dem Firstenbau, mit dem er den Vorzug der großen Angriffsfläche und des vollständigen Versatzes teilt, die Anwendbarkeit in mächtigen, unreinen oder druckhaften Flözen voraus. Er eignet sich außerdem vorzugsweise für festes Hangendes, insbesondere Sandstein, das dazu neigt, längere Zeit sich selbst zu tragen und sich dann mit Heftigkeit auf den Versatz zu setzen; in diesem Falle ist der Rutschenbau gefährlicher, während beim Strebbau das Offenhalten der Strecken im Versatz gegen den Schluß hin auf sehr große Schwierigkeiten stoßen kann. Auch kann, wenn die Grenze eines Abbaufeldes durch eine größere Gebirgstörung gebildet wird, der Pfeilerbau mit Versatz deshalb den Vorzug verdienen, weil er diese Störung mit ihren schädlichen und gefährlichen Nebenwirkungen hinter sich läßt.

Der vereinigte Streb- und Pfeilerbau ist nur für solche Fälle von Bedeutung, in denen nur wenig eigene Berge fallen und deren Abförderung vermieden werden soll, ein vollständiger Versatz aber weder dem Flözverhalten nach noch auch durch die Rücksicht auf die Erdoberfläche geboten erscheint. Sollen lediglich die im Betriebe fallenden Berge untergebracht werden, so beschränkt man die Zahl der nachzureißenden Förderstrecken, indem man die Strebstöße nicht mit zwei Strecken, sondern nur mit Damm und Wetterrösche auffährt. Der Abbau nach Abb. 367 dagegen kann sich empfehlen, wenn infolge größerer Flözmächtigkeit der Bergefall in den Strecken gering und der Hohlraum groß ist und daher der zur Unterbringung des Versatzes mitzunehmende Strebstreifen für eine Strecke zu schmal werden würde, um eine befriedigende Hauerleistung zu erzielen.

125. — Zusammenfassung. Einen Überblick über die Anwendung der verschiedenen Abbauarten, soweit er sich bildlich veranschaulichen läßt, gibt Abb. 369. Es sind hier Flöze von verschiedener Mächtigkeit mit und ohne Bergmittel in steiler, mittlerer und flacher Lagerung und mit verschieden festem Hangenden, sowie verschiedenartige Verhältnisse an der Erdoberfläche dargestellt. Erläuternd braucht nur noch folgendes bemerkt zu werden:

An den Markscheiden ist wegen der schwierigen Beschaffung von Versatzbergen von der Zuführung fremder Berge ganz abgesehen worden, da die Tagesoberfläche einen Abbau mit Versatz hier nicht dringend notwendig macht. Infolgedessen soll das mächtige Flöz *A* auf dem steilen Flügel mit streichendem Pfeilerbau, das einzige, eigene Berge liefernde Flöz *O* auf dem

Digitized by Google

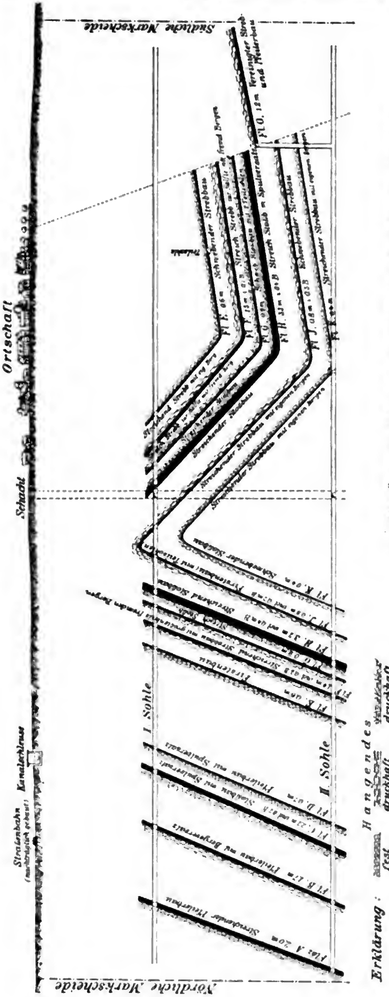


Abb. 369. Übersicht über die Anwendung der verschiedenen Abbauarten.

flachen Flügel mittels vereinigten Streb- und Pfeilerbaues gewonnen werden. Bei dem steilen Flügel von Flöz *B* ist angenommen, daß die Vorrichtung zum Pfeilerbau schon in Angriff genommen war, als in dieser Gegend eine Straßenbahn angelegt wurde, und daß man sich infolgedessen nachträglich zur Einbringung von Versatz in die entstehenden Hohlräume entschlossen hat. Bei den Flözen *C* und *D* ist unterstellt, daß die Bergbehörde den Abbau unter der Schleuse mit sorgfältig ausgeführtem Spülversatz (s. Ziff. 137 u. f.) gestattet hat, so daß dieser hier nicht nur in dem mächtigen Flöze *C*, sondern auch in dem wenig mächtigen Flöze *D* mit steilem Einfallen und gutem Hangenden, also unter Verhältnissen, wie sie sonst die Vorteile des Spülversatzes mehr zurücktreten lassen, zur Anwendung kommt. Die Gebäude über den Flügeln mit mittlerem und flachem Einfallen erfordern, da sie nicht zu Straßenzügen zusammengeschlossen sind und da ange-

nommen ist, daß Gas- und Wasserleitungen u. dgl. nicht vorhanden sind, nicht die Anwendung aller Mittel zur Vermeidung von Bergschäden, so daß hier nur für den flachen Flügel des mächtigen Flözes *H* Spülversatz vorgesehen, im übrigen die Einbringung von Handversatz als ausreichend erachtet ist. Beim streichenden Strebbau ist die Zuführung von mehr oder weniger großen Mengen fremder Berge in denjenigen Fällen in Aussicht genommen, in denen wegen steiler Lagerung und hoher Stöße (Flöz *F*, steiler Flügel) wenig eigene Berge fallen, auch das Verstürzen von fremden Bergen wegen dieser Verhältnisse und wegen der Nähe des Schachtes billig ist, oder in denen die Bebauung der Erdoberfläche einen möglichst vollständigen Versatz besonders in mächtigeren Flözen wünschenswert macht (mittlerer und flacher Flügel im Flöze *F*).

4. Besondere Ausbildung einzelner Abbauverfahren für die Gewinnung mächtiger Lagerstätten.

126. — **Vorbemerkung.** Die bisher besprochenen Abbauverfahren mit Bergeversatz versagen oder bedürfen doch einer entsprechenden Umgestaltung, wenn die Mächtigkeit der Lagerstätte eine gewisse Grenze überschreitet. Diese Grenze wird im Steinkohlenbergbau eher erreicht als beispielsweise im Erzgangbergbau, da der Gebirgsdruck im ersteren Falle im allgemeinen größer ist und daher die Schwierigkeiten der Beschaffung und Einbringung einer entsprechenden Zimmerung mit zunehmender Mächtigkeit schnell wachsen, auch die Gefahr eines Flözbrandes wesentlich näher gerückt wird und ferner bei flacher Lagerung die Einbringung des Versatzes auf erhebliche Schwierigkeiten stößt, bei steilem Einfallen aber die Gefahr des Kohlenfalls zu groß wird. Ein Flöz von 5 m Mächtigkeit z. B. wird dem Abbau bereits erhebliche Hindernisse in den Weg legen, während ein Erzgang von dieser Stärke in vielen Fällen ohne sonderliche Schwierigkeiten durch den gewöhnlichen Firstenbau in Angriff genommen werden kann.

Von den verschiedenen hier in Frage kommenden Abbauverfahren sollen nur besprochen werden: der Scheibenbau, der Stoßbau in seiner Ausbildung für mächtige Lagerstätten und der Querbau. Sie laufen alle darauf hinaus, daß die umfangreiche Masse der Lagerstätte in Streifen („Scheiben“ oder „Platten“) von so geringer Stärke zerlegt wird, daß deren Gewinnung ohne besondere Schwierigkeiten erfolgen kann[1]).

α) *Der Scheibenbau.*

127. — **Begriffsbestimmung.** Unter „Scheibenbau“ versteht man einen Abbau, der durch Zerlegung eines Flözes in einzelne Bänke oder streichende „Scheiben“ gekennzeichnet ist, die im einzelnen nach den bekannten Abbauverfahren in Angriff genommen werden. Zahl und Mächtigkeit der verschiedenen Scheiben richtet sich nach der Mächtigkeit und dem Verhalten des Flözes. Vielfach wird das Flöz schon durch eingelagerte Bergmittel in natürliche Scheiben zerlegt.

---

[1]) Näheres s. auch Glückauf 1910, Nr. 9, S. 305 u. f.; Unterhössel: Der Abbau besonders mächtiger Flöze im Ruhrbezirk.

Digitized by Google

Auch in den Fällen, in denen ein Bergmittel zwischen zwei Kohlenbänken im Verhältnis zur Kohlenmächtigkeit so stark ist, daß man von zwei (oder auch mehr) Einzelflözen sprechen muß, läßt sich der Abbau des einen Flözes nicht ohne Rücksicht auf den des anderen führen, sofern der Abstand beider Flöze ein bestimmtes Maß nicht überschreitet. Es sollen auch derartige Abbaugemeinschaften im folgenden besprochen werden.

128. — Allgemeines über den Scheibenbau. Der Abbau kann entweder in den verschiedenen Scheiben nahezu gleichzeitig zu Felde rücken, indem in jeder Scheibe der Stoß gegen die vorangehende etwas zurückbleibt, oder es kann mit der Inangriffnahme einer weiteren Scheibe bis nach der Beendigung des Abbaues der vorhergehenden gewartet werden. Im letzteren Falle wiederum kann der Abbau der nächsten Scheibe sich zeitlich unmittelbar an den der vorhergehenden, und zwar in derselben Richtung oder nach rückwärts hin, anschließen, oder man kann diese Bank erst nach Verlauf eines längeren Zeitabschnittes in Verhieb nehmen, der dem Hangenden Gelegenheit gibt, sich zu setzen.

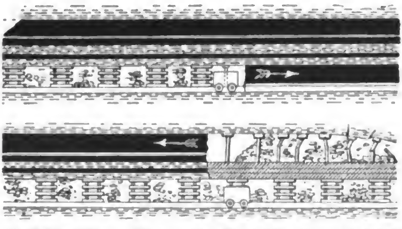


Abb. 370[1]). Längsprofil durch einen Scheibenbau; Strebbau nach der Baugrenze hin in der Unterbank (oben), Pfeilerbau mit Versatz zum Bremsberge zurück in der Oberbank (unten).

129. — Scheibenbau mit nahezu gleichzeitigem Abbau der einzelnen Scheiben. Ein nahezu gleichzeitig auf den einzelnen Scheiben betriebener Abbau kann in der Weise geführt werden, daß man in allen Scheiben mit Strebbau vorgeht und den Abbau einer höheren Scheibe demjenigen der nächsttieferen in einem Abstande von 15—20 m folgen läßt[2]). Die Versatzberge werden dann durch Hereingewinnung der Bergmittel in den Strecken gewonnen. Nachteilig ist dabei, daß die Abbaustrecken gleichzeitig für die Förderung aus der untersten und obersten Scheibe dienen und daher mit dem Abbau der oberen Scheiben höher nachgerissen und mehrmals neu ausgebaut werden müssen. Man wird daher, wenn eben möglich, diesen Abbau mit geschlossenem Versatz und maschineller Abbauförderung führen.

130. — Scheibenbau mit Gewinnung der einen Bank unmittelbar nach der anderen. Bei dem in Abb. 370 dargestellten Scheibenbau handelt es sich um ein flachgelagertes Flöz, das sich aus zwei Hauptbänken

---

[1]) S. die auf S. 306 in Anm. [1]) angeführten Verhandlungen der Stein- und Kohlenfallkommiss., Texttaf. VI, S. 255.

[2]) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütt.- und Sal.-Wes. 1892, S. 240; Dütting: Welche Erfahrungen hat man bisher im Saarbrücker Steinkohlenbezirk über den zweckmäßigsten Abbau nahe beieinanderliegender Flöze gemacht? — Glückauf 1913, Nr. 41, S. 1692 u. f.; Kneuse: Gemeinschaftlicher Abbau nahe beieinanderliegender Flöze durch streichenden Strebbau.

Digitized by Google

zusammensetzt. Es wird hier zunächst die Unterbank mittels Strebbaues abgebaut und sodann die Oberbank durch Pfeilerrückbau mit Bergeversatz gewonnen.

Das Bergmittel, das sich wegen seiner guten Beschaffenheit als Dach eignet, wird hier während des Abbaues der Unterbank auch in den Förderstrecken angebaut; der erforderliche Versatz für die Unterbank wird durch Nachreißen eines Streifens am Liegenden in den Strebstrecken erhalten. Für den Abbau der Oberbank wird das Bergmittel in den Strecken ganz hereingewonnen, wodurch es ermöglicht wird, auch die beim Rückbau geschaffenen Hohlräume auszufüllen.

Sind die Berge für den Versatz in der Unterbank nur durch Nachreißen des Bergmittels zu gewinnen und führt die Oberbank ihrerseits kein stärkeres Bergmittel, so wird diese verschiedentlich im gewöhnlichen Pfeilerrückbau verhauen. Jedoch ist in solchen Fällen der Abbau mit Spülversatz (s. unten) meist vorzuziehen. Auf der Saargrube Sulzbach[1]) z. B. hat man so auf drei Bänken nacheinander, und zwar in der untersten nach der Abbaugrenze hin, sodann in der mittleren zum Bremsberg zurück und schließlich in der obersten Bank wieder zur Grenze hin, abgebaut. Man hat dabei den Vorteil der dichten Ausfüllung und kann außerdem die Abbaustrecken und Bremsberge mit dem Vorrücken des Abbaues in eine höhere Scheibe unten zuspülen und oben nachreißen, so daß sie nicht lange zu stehen brauchen. Zudem wird die Gewinnung in den oberen Bänken dadurch erleichtert, daß sich in dem Versatz der unteren mit geringer Anstrengung ein Schram herstellen läßt. Auch der weiter unten (S. 408) beschriebene Myslowitzer Pfeilerbau mit Spülversatz geht auf zwei Bänken eines 11 m mächtigen Flözes nacheinander um.

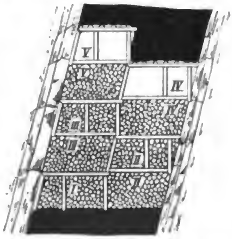


Abb. 371[2]). Stoßbau, in zwei Bänken eines mächtigen Flözes abwechselnd.

Bei steilem Einfallen, gutem Gebirge und festem Bergmittel kann man auch[3]) in der Weise verfahren, daß man die Oberbank mittels Firstenbaues bis zur Baugrenze abbaut und sodann rückschreitend die von 5 zu 5 m durch kleine Durchbrüche (ähnlich wie in Abb. 372) gelöste Unterbank mittels schwebenden Stoßbaues in 5 m breiten Streifen gewinnt.

Ein anderes Beispiel für Scheibenbau bei steilem Einfallen bietet Abb. 371. Dieser Abbau unterscheidet sich von den bisher beschriebenen dadurch, daß hier die Gewinnung der beiden Scheiben in einzelnen Stößen abwechselnd erfolgt. Es handelt sich um einen streichenden Stoßbau auf einem 7 m mächtigen Kohlenflöz der Zeche Kurl bei Dortmund. Vom Lösungsquerschlage aus wird zunächst eine Vorrichtungstrecke *I* in der hangenden Scheibe bis zur Grenze des Baufeldes aufgefahren und dort

[1]) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes. 1907, S. 80; Versuche und Verbesserungen.

[2]) Nach dem Sammelwerk, Bd. II, S. 314.

[3]) Sammelwerk Bd. II, S. 307.

Digitized by Google

durch ein Bergerolloch nebst Fahrüberhauen mit der oberen Sohle verbunden. Während des Auffahrens wird unmittelbar am Hangenden durch Mittelstempel ein Abschnitt abgekleidet und gleich wieder versetzt. Vom Bergerolloch aus wird dann rückwärts der Stoß *II/II* in der liegenden Bank in doppelter Streckenhöhe in Angriff genommen. Ist dieser am Querschlag angekommen, so folgt der Stoß *III/III* in der hangenden Scheibe, diesem wieder der Stoß *IV/IV* in der liegenden, dann der Stoß *V/V* in der hangenden Bank usw. Dabei wird immer die neu aufzufahrende Strecke, die die obere Stoßhälfte bildet und zur Bergezufuhr dient, etwas im Kohlenstoß vorgetrieben und mit Türstockzimmerung gleich derjenigen der Grundstrecke *I* ausgebaut. Damit diese Zimmerung nachher frei über dem offenen Raume stehen kann, wird, wie die Abbildung zeigt, zwischen die Beine eines jeden Türstocks ein sie festklemmendes Sohlenholz geschlagen; außerdem wird der eine Stempel auf die Zimmerung der nächsttieferen Stoßstrecke in der Nachbarscheibe gestellt, der andere Stempel in den liegenden Strecken in das Liegende eingebühnt. Von jeder Strecke aus wird sowohl die untere Hälfte des Stoßes als auch die Strecke in der Nachbarscheibe mit Bergen verstürzt. In dem durch die Abbildung festgehaltenen Zeitpunkt ist also die Strecke *V* in der Auffahrung begriffen

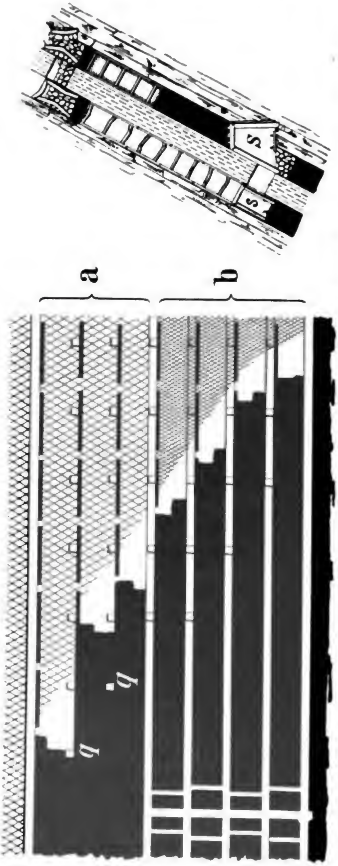


Abb. 372. Scheibenbau mit abschnittweise in beiden Bänken abwechselndem Pfeilerbau, im Aufriß und Profil (letzteres 5fach vergrößert). Auf die Höhe *a* im Aufriß ist nur das Hangende, auf die Höhe *b* außerdem noch Oberbank und Bergmittel abgedeckt gedacht.

und dient zur Zuführung der Berge für das Verstürzen des Stoßes *V* und der Strecke *IV*, die in ihrem noch offenstehenden Teil zur Kohlenförderung

Digitized by Google

benutzt wird. Jeder Stoß fördert mithin durch die Förderstrecke der Nachbarscheibe, wodurch die Anzahl der auszubauenden und offen zu haltenden Strecken auf die Hälfte vermindert wird.

131. — **Scheibenbau mit abschnittweise abwechselndem Abbau in der Unter- und Oberbank.** Ein Scheibenbau, bei dem der Abbau in der einen Bank jedesmal nach Hereingewinnung eines Abschnitts von einigen Metern unterbrochen wird, damit vor seinem weiteren Fortschreiten erst ein entsprechender Abschnitt in der anderen Bank gewonnen werden kann, wird vorzugsweise dann angewendet, wenn beide Bänke mittels Pfeilerrückbaues abgebaut werden, weil bei einem solchen abwechselnden Abbau die Leute den alten Mann in beiden Bänken hinter sich lassen, also nicht durch ihn belästigt oder gefährdet werden können. Ein Beispiel wird durch Abb. 372 (Pfeilerbau in einem steilstehenden Doppelflöz) veranschaulicht. Vorgerichtet wird hier nur die Unterbank (s. *b* im Aufriß), so daß die Oberbank vollständig unverritzt bleibt, bis die Abbaustrecken *S* der Unterbank die Baugrenze erreicht haben. Mittlerweile ist nun in etwa 5—10 m Abstand von der Baugrenze auf jeder der einzelnen, nacheinander an dieser ankommenden Strecken ein Durchbruch oder Querschlag *q* nach der Oberbank hergestellt worden. Nun wird in der Oberbank ein bis zum Durchbruch reichender Abschnitt verhauen, worauf der entsprechende Abschnitt in der Unterbank zum Verhieb kommt. Inzwischen sind dann in demselben Abstand neue Durchbrüche hergestellt worden, so daß nunmehr wieder ein Abschnitt der Oberbank gewonnen werden kann usw. Auf diese Weise schreitet der Abbau weiter vor, und zwar in der beim Pfeilerbau üblichen Reihenfolge, d. h. mit Vorausgehen der oberen Pfeiler. In der Oberbank werden nur kurze „verlorene" Streckenstücke *s* unmittelbar vor der Gewinnung der einzelnen Abschnitte hergestellt.

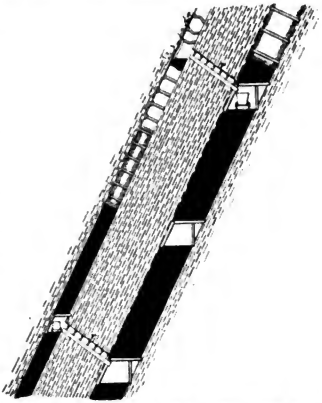


Abb. 373. Pfeilerbau in zwei Nachbarflözen mit verschieden hohen Pfeilern.

Der Abstand der Durchbrüche oder Querschläge *q* voneinander soll hier wie bei ähnlichen Verfahren im allgemeinen mit der Stärke des Zwischenmittels wechseln. Doch läßt diese Forderung sich bei druckhaftem Hangenden des Nebenflözes nicht durchführen, weil dann die Abschnitte schmal, d. h. die Abstände der Durchbrüche kurz gehalten werden müssen. Ist aber bei größerer Mächtigkeit des Zwischenmittels das Hangende der Nebenbank gut und ihre Mächtigkeit im Verhältnis zum Hauptflöz gering, so können die Durchbrüche auch in der Fallrichtung beschränkt werden, wie Abb. 373 zeigt.

Digitized by Google

Hier werden im Nebenflöz Pfeiler von der doppelten Höhe derjenigen des Hauptflözes gebildet; die Durchbrüche bleiben also bei der Hälfte der Strecken fort. Sie sind im übrigen hier ansteigend als Rollöcher hergestellt, so daß die im Nebenflöz fahrenden kleinen Förderwagen ihren Inhalt in die großen Förderwagen entleeren können.

Endlich sei hier noch auf das in Abb. 374 veranschaulichte Verfahren hingewiesen. Hier wird nach Ankunft der in der Unterbank aufgefahrenen Abbaustrecken an der Baugrenze abschnittweise zuerst die Oberbank verhauen, dann das Bergmittel abgedeckt und zum Aufbau von Bergemauern mit Zwischenfüllung verwendet und zuletzt die Unterbank hereingewonnen. Dieser Abbau eignet sich dort, wo bei flacher Lagerung das Hangende gut und das Bergmittel nicht zu mächtig und nicht von sehr fester Beschaffenheit ist.

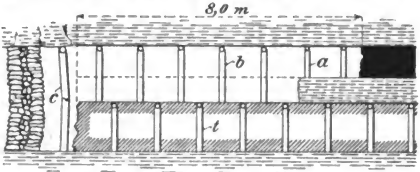


Abb. 374. Pfeilerrückbau mit Gewinnung der einzelnen Bänke in Abschnitten. (Längsprofil durch eine Förderstrecke.)

132. — **Rückblick.** Außer der bereits erwähnten Möglichkeit, Flöze, die an sich unbauwürdig sind, mitzugewinnen, bietet der Scheibenbau im Vergleich mit dem im ganzen erfolgenden Abbau eines zusammengesetzten Flözes verschiedene Vorteile: die Sicherheit gegen Stein- und Kohlenfall wird wesentlich erhöht, da große Höhen im Abbau wegfallen; der Holzverbrauch wird vielfach bedeutend verringert, indem vorwiegend kurze Stempel benutzt werden können und diese außerdem wegen ihrer größeren Knickfestigkeit nicht so dicht wie lange Stempel gesetzt zu werden brauchen. Diese größere Sicherheit und Holzersparnis wird nicht nur durch die Verringerung der auf einmal in Angriff genommenen Flözmächtigkeit, sondern vielfach auch dadurch erreicht, daß das Bergmittel oder die Oberbank selbst ein bedeutend festeres Dach abgibt als das eigentliche Hangende, so daß der Abbau beim Scheibenbau nur zum kleineren Teile unter ungünstigen Gebirgsverhältnissen umgeht. Damit hängt dann auch die Möglichkeit einer reineren Kohlengewinnung zusammen.

Der gleichzeitige oder nahezu gleichzeitige Abbau der verschiedenen Scheiben gewährt den Vorteil, daß die Kohle gleich in der ganzen Mächtigkeit gewonnen werden kann und der Gefahr einer Selbstentzündung nach Möglichkeit vorgebeugt wird. Dagegen ist die gleichmäßige Verteilung des frischen Wetterstroms schwierig; auch hat man beim Fortschreiten des Abbaues mit schnell wachsendem Gebirgsdruck zu kämpfen. Ferner ergeben sich hierbei starke Beschädigungen an der Erdoberfläche, da die ganze Mächtigkeit der Lagerstätte auf einmal abgebaut wird und daher auch die Gebirgsbewegungen gleich in ihrem vollen Umfange einsetzen, zumal

Digitized by Google

der Abbaustoß nur langsam vorrückt, also dem Hangenden Zeit zum Durchbrechen gelassen wird.

Nacheinander können die einzelnen Scheiben nur unter der Bedingung abgebaut werden, daß wenigstens die zuerst gewonnenen in Versatz gesetzt werden. Läßt man den Abbau der hangenderen Bänke dem der liegenderen unmittelbar folgen, so wird man, soweit nicht der Abbau mit geschlossenem Versatz geführt wird, die in den liegenden Bänken aufgefahrenen Abbaustrecken in der Regel für den späteren Abbau mitbenutzen können. Wird dagegen erst das Setzen des Hangenden, d. h. das Zusammenpressen des Bergeversatzes, abgewartet, so werden zweckmäßig für jede Scheibe besondere Förderstrecken hergestellt.

Für den Ruhrbezirk ist der Scheibenbau von geringer Bedeutung, da hier Flöze von mittlerer Mächtigkeit die Regel bilden, deren etwa vorhandene Bergmittel meist nur geringe Stärke haben, während die Gebirgsmittel zwischen benachbarten Flözen gewöhnlich zu stark sind, um eine Abbaugemeinschaft zu rechtfertigen. Jedoch verdient immerhin in einer Reihe von Fällen die Frage, ob der Scheibenbau Vorteile bietet, eine nähere Prüfung. Denn nicht selten liegt der Fall so, daß man schmale Kohlenbänke im Hangenden oder Liegenden eines Flözes, die von diesem durch ein mäßiges Bergmittel getrennt sind, lieber anstehen läßt, also verloren gibt, weil sie für sich nicht bauwürdig sind, während ihre Mitgewinnung den Abbau des dadurch entstehenden Gesamtflözes zu sehr erschwert. Es kann sogar vorkommen, daß wegen schlechter Beschaffenheit des Hangenden eine Kohlenoberbank von zähem Gefüge angebaut wird und so die Stelle des Hangenden vertritt (Abb. 375). Durch Scheibenbau würden sich manche dieser Verluste ohne zu große Mehrkosten vermeiden lassen. — Für den Saarbezirk, in dem eine große Anzahl schmalerer Flözbänke, die mit Bergmitteln von sehr schwankender Mächtigkeit wechsellagern, auftreten, ist der Scheibenbau wichtig, weshalb er dort seit Jahrzehnten vielfach in Gebrauch ist.

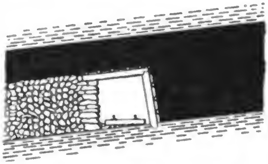


Abb. 375. Anbauen der Oberbank bei gebrächem Hangenden.

β) Der Stoßbau auf mächtigen Lagerstätten.

133. — Vorbemerkung. Bei stärkerem Einfallen wird für mächtige Lagerstätten der Stoßbau in besonderer Ausbildung bevorzugt. Diese Bevorzugung erklärt sich daraus, daß bei großer Mächtigkeit nur kleine Flächen auf einmal freigelegt werden dürfen und daß auf der anderen Seite in solchen Lagerstätten ausreichende Gelegenheit geboten wird, durch gleichzeitiges Ansetzen einer größeren Zahl von Stößen eine befriedigende Förderleistung zu erzielen, zumal auch die Mächtigkeit der einzelnen Stoßscheiben genügend groß genommen werden kann, um die Leistungsfähigkeit eines Einzelbetriebes möglichst zu erhöhen.

Man kann einen solchen Abbau streichend oder querschlägig führen. Hier braucht jedoch nur der erstere besprochen zu werden.

Digitized by Google

134. — Streichender Stoßbau. Ein Bild eines streichenden Stoßbaues auf einem etwa 6½ m mächtigen Doppelflöz der Zeche Massen[1]) bei Dortmund gibt Abb. 376. Die Stöße werden in der ganzen Flözmächtigkeit vorgetrieben; sie erhalten nur Streckenhöhe. Jeder Stoß wird im Querschnitt durch Mittelstempel in vier Abschnitte geteilt, von denen einer (F_1 bzw. F_2) zur Förderung dient. Beim Auffahren des untersten Stoßes wird außerdem, da noch keine durchgehende Wetterverbindung mit der oberen Sohle besteht, der Abschnitt am Liegenden als Wetterrösche offen gehalten. Die anderen Abschnitte werden sofort wieder mit Bergen zugesetzt. Nach Erreichung der Baugrenze wird dort ein Wetter- und Fahrüberhauen hergestellt. Beim Abbau der höheren Stöße wird zunächst immer der den beiden mittleren Abschnitten entsprechende Teil des Kohlenstoßes angegriffen und soweit hereingewonnen, daß ein neues Feld der Türstockzimmerung Platz findet. Der neu gesetzte Türstock wird durch einen Mittelstempel in den Raum für die Förderstrecke F_1 bzw. F_2 und einen gleich wieder zu versetzenden Abschnitt geteilt. Dem Mittelstück folgen dann die Stoßteile am Hangenden und Liegenden, deren aus halben Türstöcken bestehende Zimmerungen an die Kappe des mittleren Türstocks angeblattet werden. Auch diese Abschnitte werden gleich wieder versetzt. Außerdem wird, wie überhaupt beim Stoßbau, das überfahrene Stück der alten Förderstrecke (F_1) immer gleich mitversetzt. Die letztere dient übrigens in ihrem noch offenen Teile für den höheren Stoß nur noch als Wetterstrecke, da dieser seine außer dem Bergmittel noch erforderlichen Versatzberge vom Kohlenbremsberge oder Bremsschachte her erhält, die neue Förderstrecke F_2 daher sowohl zur Kohlen- wie auch zur Bergeförderung dient (vgl. oben, S. 372). Um den Förderstrecken eine feste Sohle zu geben, werden sie abwechselnd in den rechten und linken Abschnitt des Mittelgeviertes verlegt, so daß sie den Versatz unter sich haben. Die Zimmerungen der einzelnen Stöße werden unmittelbar aufeinander gesetzt und vorläufig durch lange Drahtstifte in dieser Lage festgehalten.

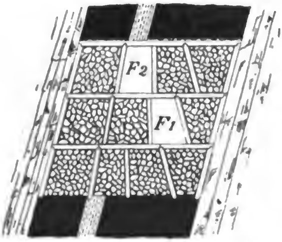


Abb. 376. Stoßbau im 6½ m-Flöz der Zeche Massen.

γ) Der Abbau in söhligen Scheiben. (Querbau.)

135. — Wesen des Querbaues. Allgemeines. Im Gegensatz zur Zerlegung der Lagerstätte in Scheiben nach dem Einfallen beim Scheibenbau wird sie beim Querbau in söhlige „Scheiben" oder „Platten" zerlegt, deren jede für sich in der ganzen söhligen Breite der Lagerstätte gewonnen wird.

Der Verhieb der einzelnen Scheiben erfolgt beim Querbau im allgemeinen in der Reihenfolge von unten nach oben. Ist jedoch die Kohle sehr gebräch und leicht entzündlich und die Schlagwetterentwickelung stark, so kann es

[1]) Sammelwerk Bd. II, S. 310 u. f.

zweckmäßiger werden, in umgekehrter Reihenfolge die unteren Scheiben nach den oberen in Angriff zu nehmen, so daß die Firste im Abbau nicht durch die Kohle, sondern durch den Versatz gebildet wird. Durch diesen Abbau von oben nach unten wird einmal die Bildung von „Wettersäcken" durch Herausbrechen von Kohlenstücken aus der Firste verhütet. Auch können keine Kohlen in den Versatz geraten. Ferner werden die Hauer nicht durch Kohlenfall gefährdet. Endlich wird die Gefahr der Selbstentzündung umgangen, die sonst durch die starke Zerklüftung der Firstkohle be-

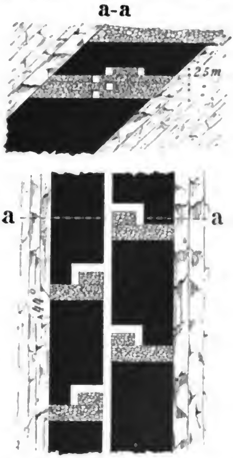


Abb. 377. Querbau von einer Mittelstrecke aus.

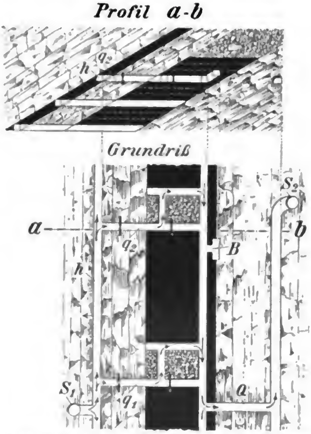


Abb. 378[1]. Querbau mit gleichzeitigem Verhieb mehrerer Bauabschnitte.

sonders nahegerückt wird, weil die vielen Klüfte dem Zutritt der Luft zur Kohle, der die Selbstentzündung veranlaßt, ebensoviele Wege öffnen. Der Versatz muß dabei eine solche Beschaffenheit haben, daß er sich nach der Zusammenpressung als Dach eignet. Zu diesem Zwecke wird den Versatzbergen mildes Versatzgut (z. B. Letten oder Schieferton) in solcher Menge zugesetzt, daß sich die harten Berge fest in dieses hineindrücken; man kann dadurch einen Versatz erzielen, der nach der Zusammenpressung manchem natürlichen Hangenden vorzuziehen ist.

136. — Beispiele für den Querbau[2]). Ohne auf die einzelnen Ausführungsformen dieses Verfahrens näher einzugehen, sei hier nur kurz an der Hand der Abbildungen 377 u. 378 auf zwei Beispiele hingewiesen. Abb. 377

[1]) S. die auf S. 305 in Anm. [1]) erwähnten Verhandlungen der Stein- und Kohlenfall-Kommission, Texttaf. XIX bei S. 380.

[2]) Vgl. auch den auf S. 385 in Anm. [1]) angeführten Aufsatz, S. 313 (Querbau auf Zeche Prinz von Preußen).

Digitized by Google

veranschaulicht einen Querbau im engeren Sinne. Die Vorrichtung jeder einzelnen, 2,5 m hohen Scheibe erfolgt durch eine streichende Strecke, die hier in die Mitte gelegt ist, um bei der besonders großen Flözmächtigkeit durch Abbau nach beiden Seiten hin eine größere Zahl von Angriffspunkten erhalten und so den Verhieb möglichst beschleunigen zu können. Die Vorrichtungstrecken in den einzelnen Scheiben werden etwas gegeneinander versetzt, damit jede eine feste Bergeversatzsohle erhält (s. Querprofil). Der Versatz folgt dem Verhieb jedes Querstreifens auf dem Fuße nach.

Bei dem Abbau nach Abb. 378 ist das Flöz in der Fallrichtung in eine Anzahl von Bauabschnitten zerlegt, deren jeder wieder in vier Scheiben von 2—3 m Höhe abgebaut wird. In mehreren Abschnitten kann gleichzeitig Abbau geführt werden. Die Abschnitte als solche werden in der Reihenfolge von oben nach unten in Angriff genommen, wogegen die Gewinnung der einzelnen Scheiben in der Reihenfolge von unten nach oben erfolgt. Als Vorrichtungstrecken für die Scheiben dienen hier streichende Strecken, die nahe am Liegenden, jedoch durch eine angebaute Kohlenbank von diesem getrennt, aufgefahren und mit dem Kohlen- und Bergebremsberg *B* verbunden sind. Die Versatzberge werden durch den Querschlag *Q* von dem im Liegenden stehenden Schachte S_2 aus zugeführt, der sie von der Tagesoberfläche erhält. Die Abförderung der Kohlen erfolgt durch den im Hangenden befindlichen Schacht S_1. In jeder Scheibe wird von den Querstrecken und Querschlägen q_1 q_2 aus je ein Abbaustoß streichend mit breitem Blick zu Felde geführt, wobei im Versatz nahe am Hangenden Wetterstrecken zur Zuführung des frischen Stromes ausgespart werden, den sie aus den im Nachbarflöze aufgefahrenen Hauptwetterstrecken *h* und den Querschlägen q_1 q_2 erhalten. Die Ausziehströme ziehen durch die Strecke am Liegenden und durch den Hauptquerschlag *Q* zum Berge-Einhängeschacht S_2.

5. Der Abbau mit Spülversatz.

137. — Einleitung. Bereits oben (Ziff. 85, S. 342) ist darauf hingewiesen worden, daß die Wirksamkeit des Bergeversatzes für die Verhütung von Gebirgsbewegungen je nach der Beschaffenheit und Einbringung des Versatzgutes und nach den Lagerungs- und Abbauverhältnissen durchaus verschieden ist und daß die Einspülung feinkörnigen Versatzgutes mit einem unter Druck stehenden Wasserstrom den weitaus besten Versatz liefert.

Der Spülversatz ist bereits zu Anfang der 1880er Jahre vorübergehend auf der Königsgrube in Oberschlesien[1]) und Ende der 1880er Jahre auf nordamerikanischen (pennsylvanischen) Steinkohlenbergwerken angewendet worden. Er war jedoch in beiden Gegenden noch nicht in die unmittelbare Beziehung zum Abbau getreten, in der wir ihn heute finden. Im erstgenannten Falle handelte es sich in erster Linie um die Beseitigung von lästigen Schlämmen aus Klärsümpfen über Tage durch deren Einspülung in die Grubenbaue, während in Pennsylvanien erst nach beendigtem Abbau ohne Versatz durch Bohrlöcher von der Tagesoberfläche aus Versatzgut in die alten Baue gespült wurde, um Gebirgsbewegungen möglichst hintanzuhalten. Im deut-

[1]) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes. 1883, S. 1896; Versuche und Verbesserungen.

Digitized by Google

schen Braunkohlenbergbau ist um die Mitte der 1880er Jahre der Spülversatz vereinzelt verwendet worden, so z. B. vom Bergwerksdirektor Haase zur Ermöglichung des Abbaues unter einem Friedhof [1]). Unabhängig von diesen Anwendungen des Spülversatzes wurde er seit 1895 im sächsischen Steinkohlenbergbau vielfach benutzt, um den Luftzutritt zu alten Bauen völlig abzuschließen und dadurch Grubenbrände zu verhüten. Die Einführung eines planmäßigen Spülversatzes im großen in den deutschen Bergbau ist dagegen erst im Anfang unseres Jahrhunderts nach dem Vorgange des oberschlesischen Steinkohlenbergbaues erfolgt.

Versuche mit Druckluft- statt mit Wasserspülung sind in Oberschlesien angestellt [2]), jedoch wegen der besseren Bewährung der Wasserspülung wieder aufgegeben worden.

138. — **Bedeutung des Spülversatzes für Tagesoberfläche und Grubenbetrieb** [3]). Der Spülversatz kommt in erster Linie für solche Fälle in Frage, in denen die Beschränkung der Gebirgsbewegungen, wie sie der Handversatz ermöglicht, nicht mehr ausreicht. Diese Bedingung kann besonders dann vorliegen, wenn es sich um sehr mächtige Lagerstätten handelt. Eine Zusammenpressung des Versatzes um 30 % beispielsweise, die bei einer Mächtigkeit von 1 m nur eine Senkung von 30 cm bedeutet, hat für ein Flöz von 10 m Mächtigkeit eine Senkung von 3 m im Gefolge. Dazu kommt, daß bei größerer Flözmächtigkeit, wenn das Einfallen flach ist, der Handversatz immer unvollkommen ausfällt und daher auch die verhältnismäßige Zusammenpressung des Versatzes größer ist als in Flözen von geringerer Stärke. Aber auch die geringfügigen Bewegungen, die ein Abbau mit nicht ganz dichtem Versatz in Lagerstätten von geringer Mächtigkeit nach sich zieht, können unter Umständen großen Schaden anrichten, nämlich dort, wo es sich um größere Gebäude (Kirchen, Hüttenwerke, Fabrikgebäude usw.) handelt, deren Größe nicht gestattet, sie gleichmäßig in ihrer ganzen Ausdehnung sinken zu lassen, oder um Anlagen, die wie Kanalschleusen, Eisenbahnen u. dgl. auch durch kleine Bewegungen bereits stark in Mitleidenschaft gezogen werden können. In dichtbebauten Gegenden können über der Gerechtsame einer Grube so viele große und empfindliche Tagesanlagen liegen, daß dieser Grube nur die Wahl zwischen dem Abbau mit Spülversatz einerseits und der baldigen Erschöpfung der geringen, nach Anstehenlassen der erforderlichen Sicherheitspfeiler noch verfügbaren Mineralienmengen anderseits bleibt. Hier wird also auch bei ausnahmsweise hohen Kosten der Spülversatz noch angewandt werden. Sehr schädlich wirken kleine Senkungen auch durch Versumpfungen und Vorflutstörungen in Gegenden mit hohem Grundwasserstande oder in Gebieten, die von einem Wasserlauf mit geringem Gefälle, wie es z. B. den Unterlauf der Emscher kennzeichnet, durchflossen werden.

---

[1]) Braunkohle 1903/04, S. 519; Kegel: Die Anwendung des Spülversatzes im Braunkohlenbergbau.

[2]) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes. 1904, S. 283; Versuche und Verbesserungen.

[3]) Eingehende Ausführungen hierüber s. Zeitschr. f. d. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes. 1911, S. 394 u. f.; Volmer: Der Spülversatz auf den staatlichen Steinkohlenbergwerken bei Saarbrücken.

Digitized by Google

Auch bergmännische Gesichtspunkte können für die Anwendung des Spülversatzes in Betracht kommen. In mächtigen, flachgelagerten Flözen, die zur Vermeidung von Abbauverlusten mit Bergeversatz abgebaut werden sollen, kann die Einbringung des Versatzes durch einen Wasserstrom sich billiger stellen als nach dem gewöhnlichen Verfahren. Ferner verringert das sichere Tragen des Hangenden durch den Versatz die Steinfallgefahr und ermöglicht eine wesentliche Holzersparnis in den im Versatze offen zu haltenden Strecken.

Über die besondere Bedeutung des Spülversatzes für den deutschen Kalisalz- und Braunkohlenbergbau wird in Ziff. 149—151 gesprochen werden.

139. — **Versatzgut.** Für den Spülversatz kommen in erster Linie feinkörnige Berge in Betracht, wie feine Waschberge von Steinkohlengruben, Kesselasche, granulierte (durch Einleiten der glutflüssigen Schlacke in Wasser oder durch Durchblasen von Luft oder Dampf zerstäubte) Hochofenschlacke, Sand, Lehm u. dgl. Der günstigste Stoff ist im allgemeinen Sand, der sich leicht mit Wasser mischen und durch Wasser forttragen läßt, einen sehr dichten Versatz liefert und das Wasser nachher schnell und in ziemlich klarem Zustande wieder abgibt, allerdings die Rohrleitungen nicht unerheblich angreift. Waschberge aus Steinkohlenwäschen haben vielfach infolge größeren Schwefelkiesgehaltes ein ziemlich hohes spezifisches Gewicht, so daß sie viel Wasser erfordern; auch reiben ihre weichen, kohligen Teile sich stark ab, wodurch schwer zu klärende Abwässer entstehen. Außerdem säuert der sich zersetzende Schwefelkies das Wasser, wenn es einen fortgesetzten Kreislauf macht, im Laufe der Zeit nicht unerheblich an. Kesselasche hat nur untergeordnete Bedeutung, da sie in nur geringen Mengen zur Verfügung steht. Granulierte Hochofenschlacke kommt für solche Gruben in Betracht, die in der Nachbarschaft von Hüttenwerken liegen. Für diese hat sie den Vorzug, daß sie billig und in großen Mengen und regelmäßigen Lieferungen zur Verfügung steht und für die Hütte erwünschte Gelegenheit bietet, sich der äußerst lästigen Schlackenmengen zu entledigen. Sie liefert wegen ihrer blasigen Beschaffenheit, für sich allein verwendet, keinen völlig dichten Versatz, hat aber aus demselben Grunde ein verhältnismäßig geringes spez. Gewicht, so daß sie leicht vom Wasser getragen wird und die Rohrleitungen nicht so angreift, wie man das bei ihrer Härte und Scharfkantigkeit erwarten könnte. Lehm endlich ist für die Erhaltung der Rohrleitungen sehr günstig, führt aber leicht Verstopfungen herbei und hat besonders den Nachteil, daß seine feinsten Teile von dem aus dem Abbau abfließenden Wasser mitgeführt werden und sich aus diesem nur sehr schwer und langsam wieder abscheiden lassen. Es muß daher bei der Verspülung von Lehm in größeren Mengen (abgesehen von dem Falle des vereinigten Hand- und Spülversatzes, vgl. S. 413) dafür Sorge getragen werden, daß eine vollständige Auflösung im Wasser vermieden wird, anderseits aber auch keine zu groben Brocken eingespült werden, die leicht zu Verstopfungen Anlaß geben. Als Beimischung zu feinkörnigerem Versatzgut kommt auch Kies in Betracht.

Für den Kalisalzbergbau sind die Rückstände der an die Bergwerke angeschlossenen chemischen Fabriken als Spülgut von besonderer Bedeutung.

Die auf natürlichen Ablagerungen vorkommenden Spülstoffe Sand,

Digitized by Google

Kies, Lehm u. dgl. werden im Großbetriebe durch Baggerarbeit oder durch die spülende Wirkung des Wasserstrahls gewonnen.

Ein Bagger liefert je nach der Bauart und nach der Beschaffenheit des Baggergutes im allgemeinen 60—240 cbm stündlich. Die Wasserstrahlgewinnung kann dort in Frage kommen, wo die Ablagerungen in der Nähe der Grube liegen. Bei Sand kann man mit 6—7 Atm. Druck auskommen, während fester Lehm mindestens 15—20 Atm. erfordert, neuerdings aber zur Vermeidung einer zu feinen Zerteilung und zur Zerschneidung gefrorener Klumpen im Winter mit Wasserstrahlen von bis 100 Atm. Druck und 200 m Austrittsgeschwindigkeit angegriffen wird[1]).

An zweiter Stelle sind für den Spülversatz auch grobe Berge in Betracht zu ziehen, wenn sie nicht zu hart sind und sich daher ohne zu große Kosten auf die gewünschte Korngröße zerkleinern lassen, wie verwitterte Tonschiefer (Haldenberge), Mergel u. dgl. Solche Berge können aber, wenn ein dichter Versatz erzielt werden soll, nur als Zusatz zu feinkörnigem Versatz verwendet werden (s. Ziff. 140). Gruben mit größerem Spülbetrieb legen regelrechte Aufbereitungen[2]) für Haldenberge u. dgl. an (vgl. Abb. 381 auf S. 401), die mit Zerkleinerungsanlagen für die groben Berge, bei Aufbereitung von Hüttenhalden auch mit Magneten zum Entfernen der Eisenteile ausgerüstet werden.

Die für das gröbste Korn noch zulässige Korngröße richtet sich nach den Widerständen gegen die Fortbewegung des Versatzgutes in den Spülrohrleitungen. Je länger die Wege, je zahlreicher die Krümmungen und je größer die etwa unterwegs noch zu überwindenden Steigungen sind, um so kleiner muß das gröbste Korn sein, wenn der Wasserverbrauch nicht unverhältnismäßig ansteigen soll. Daher liegt die obere Grenze für ungünstige Verhältnisse etwa bei 40, für günstige bei 80 mm; vereinzelt ist man sogar bis 100 mm gegangen.

140. — Mischungsverhältnis. Die Menge der beizumischenden gröberen Berge, auf die man bei Mangel an hinreichend feinkörnigen Massen zurückgreifen muß, darf ein mäßiges Anteilverhältnis nicht übersteigen, wenn man nicht einen zu lockeren Versatz erhalten will. Man kann als Regel hinstellen, daß mindestens 50% der einzuspülenden Berge aus Korngrößen von unter 6 mm bestehen müssen und daß die Stücke mit mehr als 40 mm nur einen sehr geringen Anteil ausmachen dürfen. Wird die richtige Mischung hergestellt, so werden die Hohlräume zwischen den gröberen Stücken durch die feineren und feinsten Teile ausgefüllt, so daß ein dem Sand nahezu gleichwertiger Versatz erzielt wird. Einen Überblick über die Zusammendrückbarkeit verschiedener Spülgutarten und -mischungen gibt Abb. 379 nach Versuchen auf der Zeche Ver. Sälzer & Neuack in Essen[3]). Als Abszissen sind die angewandten Drücke, als Ordinaten

---

[1]) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes. 1908, S. 138; Versuche und Verbesserungen.

[2]) S. die unter [1]) genannte Zeitschr. 1912, S. 92; Versuche und Verbesserungen. — Glückauf 1912, Nr. 34, S. 1362; Nr. 36, S. 1444 u. 1446; Pütz: Das Spülversatzverfahren im In- und Auslande.

[3]) Kruppsche Monatshefte 1922, Juliheft, S. 172; Leyendecker: Die Aufbereitung des Versatzmaterials der Zeche Ver. Sälzer-Neuack.

Digitized by Google

die Verhältniszahlen der Zusammendrückung in Prozenten der ursprünglichen Schichtdicke aufgetragen. Das Bild zeigt deutlich die vorzügliche Bewährung des Sandes und die starke Zusammendrückbarkeit von Kesselasche, läßt den Unterschied von feinkörnigem und grobkörnigem Haldengut erkennen und veranschaulicht auch die Wirkung von Mischungen. Von den herausgegriffenen drei Beispielen (s. die Neben-Abbildung) bezieht sich das erste auf luftgranulierte Hochofenschlacke unter 40 at Druck, das zweite zeigt deren Beeinträchtigung durch Beimischung von 75% ge-

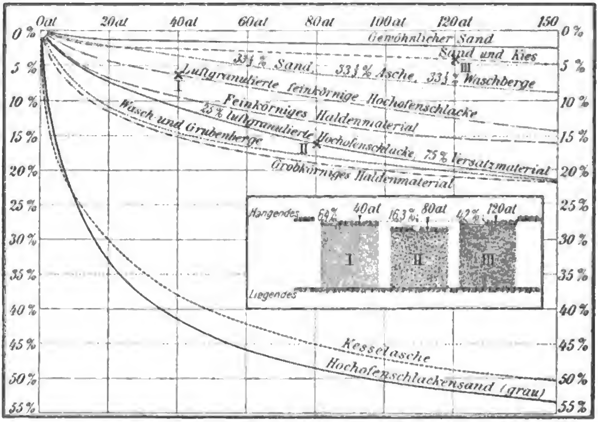


Abb. 379. **Veranschaulichung von Versuchsergebnissen über die Zusammendrückbarkeit von Spülversatzgut auf der Zeche Ver. Sälzer & Neuack.**

wöhnlichen Handversatzgutes (bis 80 at), das dritte die geringe Verschlechterung des Sandes durch Kieszusatz (bei 120 at).

Mischungen können außer Ersparnissen auch noch andere Vorteile bieten: Lehmzusatz zu granulierter Schlacke füllt deren Poren aus und verringert den Verschleiß der Rohrleitungen; scharfkantige Steinbruchstücke, wie sie der Steinbrecher liefert, geben einen festen Verband; Koksstaub erleichtert die Abscheidung des Wassers aus Lehm u. dgl.

141. — Wasserzusatz. Der Wasserzusatz muß auf ein möglichst geringes Maß herabgedrückt werden, da alles Wasser wieder gehoben werden muß und daher der Wasserverbrauch für die Wirtschaftlichkeit des Spülversatzes von erheblicher Bedeutung ist. Wichtig ist zunächst die möglichst gute Ausnutzung der treibenden Kraft. Wird die Falleitung im Schachte und der ihren Kopf bildende Mischbehälter stets mit Wasser gefüllt gehalten („Druckspülung"), so wirkt auf die Fortbewegung des Spülstromes der volle, dem Höhenunterschied entsprechende Wasser-

druck, und die Fallhöhe der Rohrleitung wird voll ausgenutzt. Ein solches Verfahren läßt sich am besten dort durchführen, wo das Versatzgut durch das Wasserspritzverfahren gewonnen, also der Spülleitung gleich in Gestalt eines Schlammstromes zugeführt wird. Kann die Rohrleitung und der Behälter nicht dauernd voll gehalten werden („Stoßspülung“), so läßt der Druck sich nicht ausnutzen; es ist dann für die Fortbewegung zunächst nur die Beschleunigung in Rechnung zu stellen, die der Masse durch den senkrechten Fall erteilt wird. Dazu kann dann allerdings noch eine gewisse Druckwirkung kommen, indem der Schlammstrom wenigstens einen Teil der seigeren Fallleitung erfüllt. Doch ist dabei seine Gewichtsverminderung durch die eingeschlossenen Luftblasen zu berücksichtigen.

Die Druckspülung ist vorzuziehen, da sie nicht nur größere Spüllängen bei geringerem Wasserverbrauch ermöglicht, sondern auch das Ansaugen von Luft vermeidet, das den Schlammstrom im Abbau stoßweise austreten läßt und vielfach zu explosionsartigen Luftstößen Veranlassung gibt, die die Rohrverbindungen beschädigen.

Ferner nimmt der Wasserverbrauch mit wachsender Seigerhöhe der Falleitung ab und mit wachsenden Widerständen — zunehmender Länge und zunehmendem Ansteigen — der söhligen Leitungen zu. Auch die möglichst vollständige Ausnutzung des Wassers durch seine möglichst innige Mischung mit dem Versatzgut ist wichtig; daher arbeitet das Abspritzverfahren (s. oben und S. 402) mit hohem Wasserdruck sparsam durch rasche und gründliche Mischung. Stets müssen überdies die Bedienungsleute sorgfältig überwacht werden, da sie dazu neigen, sich die Arbeit durch reichlichen Wasserzusatz zu erleichtern.

Auch wächst die erforderliche Wassermenge mit der Korngröße und dem spezifischen Gewicht des Spülgutes. Setzt man die unter bestimmten Verhältnissen für einen stark lehmigen Sand erforderliche Wassermenge gleich 100, so braucht scharfer Sand einen Zusatz von 100—200 und stückige Hochofenschlacke einen solchen von 400—600[1]). Als sehr günstig kann ein Wasserverbrauch von 1 cbm je cbm Versatzgut bezeichnet werden; jedoch muß man nach dem Vorstehenden häufig mit einem Verhältnis von 2:1 zwischen beiden Bestandteilen zufrieden sein, und vereinzelt werden auch Wassermengen von 5 cbm und mehr für 1 cbm Versatz erforderlich.

142. — Mischanlagen. Allgemeines. Die Herstellung der Spülmischung kann über oder unter Tage erfolgen.

Das Einspülen von Tage her bietet wichtige Vorteile. Die Mischung erfolgt bei Tageslicht und läßt sich daher gut überwachen; Raum ist genügend vorhanden; die Fallhöhe im Schachte liefert beim Druckverfahren eine große Druckhöhe, beim Stoßverfahren wenigstens eine für das Spülen auf größere Entfernungen ausreichende Beschleunigung, und der tiefe Sturz der Berge kann noch zur Zerkleinerung grober Stücke ausgenutzt werden. Auf der anderen Seite muß, wenn von Tage aus gespült wird, das Wasser auch wieder bis zu Tage gehoben werden; die Rohrleitungen werden in tiefen Schächten

---

[1]) Zeitschr. d. Oberschles. Berg- u. Hüttenmänn. Ver. 1911, Januarheft, S. 1 u. f.; Seidl: Das Spülversatzverfahren in Oberschlesien.

Digitized by Google

durch Verstopfungen und daraus sich ergebende plötzliche Drucksteigerungen gefährdet; die Fußkrümmer, die die Schachtleitungen mit den söhligen Rohrleitungen verbinden, haben stark zu leiden.

Man wird im allgemeinen sagen können, daß geringe Schachtteufen (etwa bis 300 m) die Mischung über Tage, größere Teufen dagegen diejenige unter Tage als vorteilhafter erscheinen lassen. Besonders günstige Verhältnisse für die Einführung des Spülstromes von Tage aus bietet Oberschlesien. Dort bewegt sich nicht nur der Abbau noch in mäßigen Teufen, sondern es kann auch verschiedentlich eine Sandgewinnung mit Wasserstrahl in der Nähe des Schachtes stattfinden, so daß der Spülstrom dem Schachte gleich von dem Sandlager aus zugeführt werden kann.

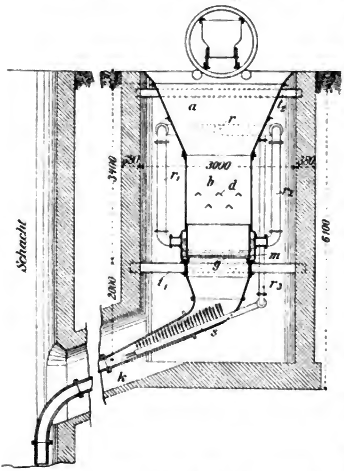


Abb. 380. Trichter-Mischanlage für Spülversatz.

143. — Ausführung der Mischanlagen im einzelnen. Soweit nicht durch das Abspritzverfahren die Mischung mit der Gewinnung verbunden wird, kann sie in Trichtern oder in Wannen erfolgen.

Eine Mischanlage mit Trichter und eingebautem Rost für lehmfreies Versatzgut nach dem Vorbilde der Anlage auf der Hedwigswunschgrube in Oberschlesien[1]) zeigt Abb. 380 Der Rost g am Fuße des Aufgabetrichters a soll die zu groben Stücke zurückhalten, seine Spalt- oder Lochweite entspricht daher der höchsten noch zulässigen Korngröße. Bevor das Gut auf diesen Rost fällt, muß es durch einen lebhaften Wassersprühregen hindurch, der dadurch hergestellt wird, daß die Hauptzuführungsleitung r mit zwei Zweigrohren $r_1 r_2$ in eine Wasserkammer m mündet, von der aus 240 in drei Reihen angeordnete Sieblöcher von 4 mm Durchmesser in das Innere des Trichters führen. Das auf diese Weise gründlich zerteilte und durchtränkte Versatzgut gerät vor Eintritt in die Rohrleitung in den Bereich einer zweiten Wasserbrause, bestehend aus einem mit zahlreichen Löchern an der Oberseite versehenen Rohr s, das an das Zweigrohr r_3 angeschlossen ist; dadurch wird die Mischung vollendet und gleichzeitig einer Verstopfung des Krümmers vorgebeugt, sowie dessen Verschleiß wesentlich verringert. Auf der Saarbrücker Schachtanlage Alten-

[1]) S. die auf S. 305 in Anm. [1]) angeführten Verhandlungen d. Preuß. Stein- u. Kohlenfallkommission, S. 572 u. Texttaf. XLI.

Digitized by Google

wald[1]) hat man dieser Zerteilung durch Wasser noch vorgearbeitet durch den Einbau von dachartig gestellten und gegeneinander versetzten Winkeleisen *d*, auf die das Versatzgut fällt, bevor es den Rost erreicht. — Die ganze Trichteranlage wird durch Vermittelung von angenieteten ⊔- und L-Eisen von den I-Trägern $t_1 t_2$ getragen.

Sollen größere Mengen grober Berge zugesetzt werden, so müssen diese erst durch einen Steinbrecher oder eine andere Zerkleinerungsvorrichtung, deren Austrag dann dem Aufgabetrichter durch eine besondere Rutsche zugeführt wird, vorgebrochen werden (vgl. Abb. 381).

Der Trichter wird bei kleineren Anlagen aus Blech, bei größeren aus Eisenbeton hergestellt. Die ganze Mischanlage wird zweckmäßig (s. Abb. 380) in einem besonderen Hilfschächtchen untergebracht, das einige Meter unterhalb der Hängebank mit dem Hauptschacht durch den einfallenden Querschlag *k* verbunden wird. Man vermeidet auf diese Weise eine Inanspruchnahme des Raumes an der Hängebank.

Eine Mischvorrichtung im freien Fall nach einer Ausführung auf Zeche Hibernia bei Gelsenkirchen zeigt Abb. 381[2]). Diese Anlage ist gleichzeitig dadurch gekennzeichnet, daß dem Versatzgut Haldenberge zugesetzt werden, die zum Teil erst zerkleinert werden müssen, und daß die Mischung erst unter Tage erfolgt und die Berge dem Vorratsbehälter durch eine als Stürzrolle dienende Rohrleitung zugeführt werden. Die Berge gelangen mittels des Wippers *a* auf das Schwingsieb *b*, das die Stücke von mehr als 50 mm Korngröße dem Steinbrecher *d* zuführt, während der Siebdurchfall mit dem zerkleinerten Gut zusammen über die Rutsche *c* in den Zwischenbehälter *e* gleitet, um aus diesem nach Bedarf in die trichterförmig erweiterte Mündung der Rohrleitung *f* abgezogen zu werden. Diese ist eine alte Steigleitung von 385 mm lichter Weite und rd. 380 m Länge. Aus ihr gelangen die Berge durch die schräge Rutsche *h* in den rd. 30 m hohen Aufbruch *i*, dessen Fassungsvermögen etwa demjenigen

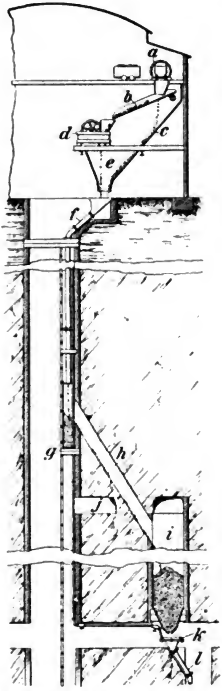


Abb. 381. Einrichtung zum Zerkleinern und Abstürzen von Versatzbergen auf Zeche Hibernia.

[1]) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes. 1905, S. 73; Versuche und Verbesserungen.

[2]) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes. 1907, S. 83; Versuche und Verbesserungen.

Digitized by Google

von 500 Bergewagen gleichkommt und der von oben durch einen Querschlag *j* zugänglich ist. Der Anprall der aus der Rohrleitung stürzenden Berge wird durch einen Bergesack aufgenommen, dessen Bildung durch starke Trägerlager *g* ermöglicht ist. Unter dem Aufbruch befindet sich auf der 430 m-Sohle der Mischtrichter *k*, in dem durch Wasserzusatz der Spülstrom hergestellt wird, um in die Spülleitung *l* zu gelangen.

Bei der Mischung in Wannen wird das Versatzgut entweder unmittelbar in den Behälter hineingestürzt und aus diesem durch Druckwasser ab-

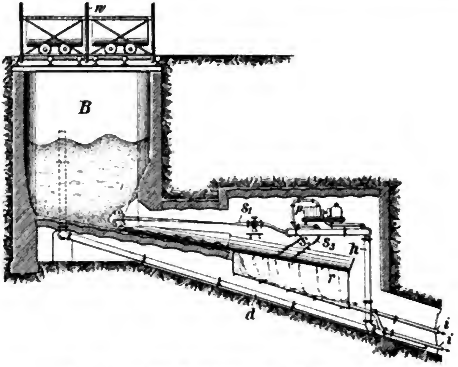


Abb. 382. Wannen-Mischanlage mit Abspülvorrichtung.

gespritzt oder, wie bei der Trichtermischung beschrieben, auf einem Rost mit Wasserstrahlen bearbeitet. Größere Behälter dieser Art werden als kleine Schächte mit schrägem Boden oder als breite Wannen mit 300 bis 1500 cbm Inhalt aus Eisenbeton hergestellt und im letzteren Falle zweckmäßig mit Sohlenheizung versehen, um das Einfrieren zu verhüten. Ein Beispiel für eine Abspritzanlage für lehmig-sandiges Versatzgut (Parkschacht der Richterschächte bei Laurahütte, O.-S.) gibt Abb. 382[1]. Der Behälter *B* hat 220 cbm Inhalt; das Spülgut wird von seiner schrägen Sohle durch zwei Strahlrohre s_1 mit 4 Atm. Druck in eine schräge Rinne abgespritzt, die in die zwei Spülleitungen *i* ausgießt. Auf dem weitmaschigen Roste *r* bleiben größere Stücke und Lehmklumpen liegen; erstere werden einer Zerkleinerungsanlage zugeführt, letztere durch zwei Hilfstrahlrohre s_2 s_3 bearbeitet und möglichst ohne Auflösung durch den Rost gedrückt. Die Strahlrohre s_2 s_3 erhalten ihr Druckwasser (mit 12 Atm. Druck) aus einer besonderen Preßpumpe *p*, die ihr Wasser aus der Druckleitung *h* entnimmt. Diese zweigt ihrerseits von der Hauptleitung *d* ab.

[1]) Festschrift zum 12. Allgemeinen Deutschen Bergmannstag in Breslau; Seidl: Der gegenwärtige Stand des Spülversatzverfahrens in Oberschlesien, S. 33.

Digitized by Google

Die Mischung in Wannen eignet sich besonders für große Anlagen. Sie ist billig und leistungsfähig und bietet außerdem den Vorteil, daß über der Falleitung stets ein gewisser Vorrat von Spültrübe steht und infolgedessen der Luftzutritt vermieden und die Druckspülung rein durchgeführt werden kann. Im oberschlesischen Bergbau ist das Abspritzverfahren mit etwa 5—20 Atm. Wasserdruck aus großen Behältern das herrschende geworden.

144. — Spülschächte. Verschiedene Gruben haben in der Nähe der Gewinnungsstelle für das Spülgut oder der zu verspülenden Bauabteilung besondere Schächte zum Einspülen des Versatzes abgeteuft. Für diese Spülschächte genügt ein geringer Durchmesser, da der Querschnitt nur auszureichen braucht, um eine Rohrleitung einbauen und Fahrten einbringen zu können, die die Überwachung und Instandhaltung der Leitung ermöglichen. Die Gewerkschaft Friedrich Thyssen bei Hamborn z. B. begnügt sich des schwierigen Deckgebirges halber mit Schächten von nur 0,8—1,5 m lichter Weite[1]), die durch Abbohren hergestellt und in welche die Spül-

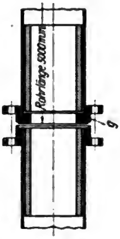


Abb. 383.

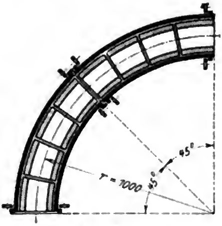


Abb. 384.

Abb. 383 und 384 [2]). Porzellaneinlagen in geraden Rohrleitungen und Krümmern.

leitungen an Kabeln eingehängt werden, so daß sie zum Nachsehen und Ausbessern leicht herausgezogen werden können.

145. — Rohrleitungen[3]). Der Verschleiß der Rohrleitungen stellt einen bedeutenden Anteil an den Gesamtkosten des Spülversatzes dar. Man ist daher unablässig bemüht gewesen, ihn herabzudrücken. Am stärksten verschleißen die sog. „Hauptabfallkrümmer", d. h. diejenigen Krümmer, die den Übergang zwischen Schacht- und Streckenleitungen vermitteln und den ganzen Stoß des herabstürzenden Spülstroms auszuhalten haben. Dann folgen in absteigender Reihenfolge: Krümmer in geneigten Leitungen, Krümmer in söhligen Leitungen, Streckenleitungen, Schachtleitungen.

---

[1]) Glückauf 1907, Nr. 44, S. 1461 u. f.; Spülversatzanlagen auf Zeche Deutscher Kaiser bei Hamborn.

[2]) Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1910, Nr. 47, S. 1976; Kammerer: Der Ersatz der Handarbeit durch die Maschine im Bergbau.

[3]) Zeitschr. d. Oberschles. Berg- u. Hüttenmänn. Vereins 1910, Maiheft, S. 185; Lück: Die verschiedenartigen Spülleitungen im Versatzbetriebe. — Stahl u. Eisen 1909, Nr. 50, S. 1982; Busch: Über die Erfahrungen beim Spülversatz in neuerer Zeit. — Vgl. auch den auf S. 399 in Anm. [1]) angeführten Seidlschen Aufsatz, S. 30 u. f.

Digitized by Google

Nach der Beschaffenheit des Spülguts läßt sich folgende Reihenfolge mit wachsendem Verschleiß aufstellen: Lehm, lehmiger Sand, Sand, Kesselasche, Querschlagberge, Zinkräumasche, Hochofenschlacke.

Für die Krümmer wird wegen ihres besonders starken Verschleißes und ihrer geringen Anzahl Gußeisen oder Stahlguß mit größeren Wandstärken (15 bis 20 mm an der inneren, 20—25 mm an der äußeren Seite des Kreisbogens) gewählt; jedoch kommt für die Schachtkrümmer jetzt nur noch Schmiedeeisen und Stahl in Betracht, da Gußeisenkrümmer sich rascher abnutzen und im Falle größerer Drucksteigerung durch vorübergehende Verstopfung leicht springen. Gut bewährt haben sich Krümmer mit Futter aus Hartstahl. Für die Leitungen selbst wird jetzt Flußeisen bevorzugt, weil Gußeisenrohre wegen ihrer größeren Wandstärken unbequem ein- und auszubauen sind, auch stärker verschleißen, sobald die harte Gußhaut abgeschliffen ist.

Eine gute Ausnutzung der Spülleitungen wird dadurch ermöglicht, daß der Verschleiß im untersten Teile des Rohrquerschnitts am größten ist, indem hier eine Rinne eingeschliffen wird. Man läßt die Leitungen an dieser Stelle sich bis auf 1,5—2 mm Wandstärke abnutzen und wendet sie dann, um die noch unverschlissenen Teile der Wandung nach unten zu bringen. Ist die Verschleißrinne schmal und tief, so kann die Leitung 2—3mal gewendet werden; ist sie dagegen breit und flach, so muß man sich mit einmaligem Wenden begnügen.

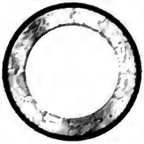


Abb. 385. Crotogino-Rohr.

Eine weitere Ersparnis an Rohrleitungen wird durch Ausfüttern der Rohre mit Gußeisen, Holz und Porzellan erzielt. Eiseneinlagen werden (Abb. 386) durch Schrauben befestigt. Holzeinlagen sind zuerst auf der Myslowitz-Grube in Oberschlesien in größerem Maßstabe verwandt und dort aus einzelnen Stäben aus Eichenkernholz mit trapezförmigem Querschnitt hergestellt worden, die in Stücken von je 20 cm Länge hydraulisch in die Rohre gepreßt wurden. Neuerdings liefern Stephan, Frölich & Klüpfel in Scharley (O.-S.) die nach ihrem Erfinder benannten Crotogino-Rohre, bei denen das Holzfutter aus Stäben von Rohrlänge gebildet wird, die gemäß Abb. 385 ineinandergreifen; durch besondere Behandlung des Holzes wird auch die Ausfütterung von Krümmern und überhaupt beliebigen Formstücken ermöglicht. Porzellanfutter nach den Patenten von Thyssen & Co. in Mülheim-Ruhr hat sich für sehr hartes, fein- und scharfkörniges Gut, wie es granulierte Schlacke (Schlackensand) darstellt, auf den Zechen Deutscher Kaiser bei Hamborn und Alma bei Gelsenkirchen vorzüglich bewährt. Es besteht aus Rohrstücken von je 20—30 cm Länge; der Stoff ist bestes Hartfeuerporzellan von der Härte 8. Die Befestigung dieser Einlagen erfolgt jetzt durch Hintergießen mit Zement[1]). In Schachtleitungen werden die Einlagen durch Tragringe *g* (Abb. 383) gestützt. Zu berücksichtigen ist, daß Porzellanfutter wegen seiner Sprödigkeit möglichst wenig auf Stoß beansprucht werden sollte. Demgemäß muß auf

[1]) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes. 1909, S. 36; Versuche und Verbesserungen.

Digitized by Google

gleichmäßiges Hintergießen geachtet werden, damit die Einlagen nicht an einzelnen Stellen hohl liegen; auch ist das Vorstehen einzelner Kanten im Innern zu vermeiden, weil an diesen das Porzellan absplittert. Daher haben sich auch in Hauptabfallkrümmern und für gröberes Versatzgut Porzellaneinlagen nicht bewährt, da sie durch den harten Anprall der Stücke zerschlagen werden.

Einen Vergleich von kreisrunden Rohrleitungen aus Flußeisen (*a*) mit porzellangefütterten Leitungen (*b*) ermöglicht nachstehende Zahlentafel:

Lichte Weite in mm		Gewicht in kg je lfd. m		Preis in ℳ je lfd. m		Wandstärke in mm			
						Rohr		Futter	
a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
185	185	55	80	15,5	26,1	10,0	6,5	—	15
125	125	37,5	46	14,8	21,0	10,0	4,5	—	15

In Oberschlesien haben neuerdings die von Bergwerksdirektor Busch vorgeschlagenen Rohre mit eiförmigem Querschnitt (Abb. 386) und Ausfüllung des spitzen unteren Teiles durch entsprechend dicke Einlagen in großem Umfange Anwendung gefunden, da sie infolge eines günstigen Verhältnisses des Querschnitts zum benetzten inneren Umfang bei wechselnden Geschwindigkeiten und infolge selbsttätigen Ausgleichs zwischen Geschwindigkeit und Korngröße bedeutend langsamer verschleißen. Die Rohre werden von der Firma Stephan, Frölich & Klüpfel geliefert; sie sind aus Flußeisen nahtlos gewalzt und nachher in die Eiform gezogen. Als Futter dient gewalztes Flußeisen von Schienenhärte. Das bei kreisrunden Rohren mögliche Wenden nach teilweisem Verschleiß scheidet hier aus. Dafür hält aber ein Eirohr mit drei Einlagen (Gesamtpreis 46 ℳ je lfd. Meter bei 187 mm l. W.) etwa ebensolange wie sechs runde Rohre von 187 mm l. W. (Gesamtpreis 87 ℳ je lfd. Meter).

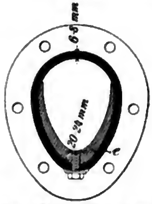


Abb. 386[1]). Spülrohr von eiförmigem Querschnitt mit Walzeiseneinlage.

Ein Abrieb von 1 mm in annähernd söhlig verlegten Leitungen wird bei Flußeisen durch etwa 10000—40000 cbm hindurchgespülten Sandes mit mehr oder weniger Lehm und bereits durch etwa 5000 cbm Schlackensand herbeigeführt, wogegen Porzellanfutter verschiedentlich nach Durchspülung von etwa 200000 cbm Schlackensand sich nur an den Stoßfugen, nicht aber an der Wandfläche etwas abgenutzt zeigte.

Zur Verhütung von Verstopfungen, die Explosionen geschwächter Rohre zur Folge haben können, muß auf eine sorgfältige Mischung des Versatzgutes mit Wasser und auf eine genügend große Wassergeschwindigkeit (1,5—2 m i. d. Sek.) Bedacht genommen werden; Krümmungen sind möglichst zu vermeiden oder mit möglichst großem Radius zu nehmen; auch empfiehlt sich das Einspritzen von Wasser unter hohem Druck an den Krüm-

[1]) S. den auf S. 397 in Anm.[2]) angeführten Aufsatz von Pütz, S. 1363.

Digitized by Google

mungstellen, wodurch gleichzeitig die Krümmer geschont werden. — Der Durchmesser der Rohrleitungen darf weder zu klein noch zu groß sein, da in beiden Fällen die Gefahr der Verstopfung besteht, in zu weiten Rohrleitungen auch starke Schläge und Erschütterungen durch die mitgerissene Luft hervorgerufen werden können. Eine lichte Weite von 150 mm für kleinere und von 180—190 mm für größere Anlagen bildet die Regel.

146. — Krümmer und Verzweigungen. Die Mittel zur Verlängerung der Lebensdauer der Krümmer sind teilweise die auch gegen Verstopfungen angewendeten: schlanker Bau der Krümmer, Einführung eines Wasserstrahls unter hohem Druck. Außerdem kommt noch in Betracht: Herstellung der Krümmer aus Stahl, Futtereinlagen aus Hartstahl, größere Dicke der dem Stoß ausgesetzten Wandung, Angießen von Innenrippen (Abb. 387), zwischen denen sich eine Schutzlage von Bergen ansammelt, Angießen eines durch einen Blindflansch *b* verschlossenen T-Stücks (Abb. 388), das ebenfalls einen

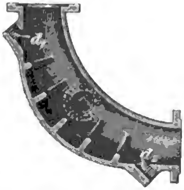


Abb. 387. Fußkrümmer der Westfalia A.-G. mit Innenrippen und Durchstoßstutzen.

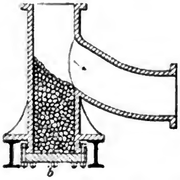


Abb. 388. Fußkrümmer mit T-Stück und Bergesack.

Bergesack bilden soll. Auch können die Krümmer aus mehreren Stücken zusammengesetzt werden, deren jedes für sich ausgewechselt werden kann. Zur schnellen Beseitigung von Verstopfungen können Durchstoßöffnungen d_1 d_2 nach Abb. 387 vorgesehen werden.

Die Verzweigung des Schlammstromes mit abwechselnder Spülung durch die verschiedenen Zweigleitungen stößt wegen des starken Verschleißes, dem Wechselschieber und -klappen ausgesetzt sind, auf Schwierigkeiten. Eine einfach und kräftig gebaute Wechselklappe (Bauart Kohrmann) zeigt Abb. 389[1]). Auf der Achse der Klappe *k* sitzt außen eine Stange *h*, die mittels einer auf ihr gleitenden Hülse *b* mit Klappschraube an einem angegossenen Vorsprung *n* des Dreiwegestückes auf der Seite, nach der die Absperrung erfolgen soll, befestigt wird. Bei hartem und grobkörnigem Spülgut zieht man aber vielfach die Umstellung durch Drehen eines Krümmers vor, der nach Bedarf die Hauptleitung mit der einen oder anderen Zweigleitung verbindet. Soll unter Ausschaltung der Zweigleitungen der Spülstrom in der Hauptleitung weitergeführt werden, so wird der Krümmer (Abb. 390 oben) durch ein gerades Rohrstück ersetzt.

[1]) Vgl. den auf S. 397 in Anm. [2]) erwähnten Aufsatz von Pütz, S. 1362, Abb. 17.

Digitized by Google

147. — Abbauverfahren beim Spülversatz[1]**).** Im Abbau ist, wie die schematische Darstellung eines zweiflügeligen Stoßbaues mit Spülanlage in Abb. 390 zeigt, ein Hohlraum herzustellen, der an mindestens einer Seite durch einen Verschlag (v_1 bzw. v_2) abzugrenzen ist, der das Versatzgut zurückhält, dem abfließenden Wasser aber den Durchgang gestattet. Je kleiner und leichter diese Verschläge ausgeführt werden können und je seltener sie hergestellt zu werden brauchen, um so billiger wird der Abbau. Am besten eignen sich der Stoßbau und der Pfeilerbau mit Bergeversatz, weil beide den Versatz geschlossen einzubringen gestatten und der Stoßbau mit niedrigen Verschlägen auskommt, der Pfeilerbau aber die Möglichkeit bietet, die Verschläge in den Strecken herzustellen. Der Pfeilerbau hat den Vorzug, daß er mehr Angriffsflächen liefert, wird aber teuer wegen der umfangreichen Vorrichtung Beim Stoßbau fällt dessen geringere Angriffsfläche hier weniger ins Gewicht, da es sich beim Spülversatz durchweg um mächtige Flöze handelt. In dünneren Flözen kann man die Förderleistung durch größere Höhe des einzelnen Stoßes bis zu etwa 30—40 m steigern. Der Abbau geht dann in den Abbau mit geschlossenem Versatz und maschineller Abbauförderung über. Dieser läßt sich jedoch nur dann vorteilhaft mit Spülversatz durchführen, wenn das Einfallen flach ist, weil sonst die Druckhöhen für die Verschläge zu groß werden. Günstig ist für solchen Abbau der Wegfall der sonst notwendigen Bergefördereinrichtungen. —

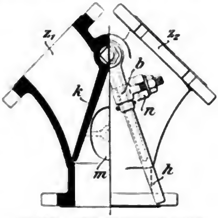


Abb. 389. Wechselklappe nach Kohrmann.

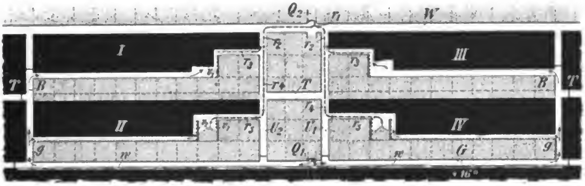


Abb. 390. Zweiflügeliger Stoßbau mit Spülversatz und eingelegter Teilsohle.

Verwendbar ist auch der schwebende Strebbau, bei dem die Wasser ohne Belästigung der Hauer gleich nach unten ablaufen können und bei größerer Breite der Strebstöße — auf Zeche Prosper[2]) bei Bottrop beispielsweise 30—40 m — die Verschlagkosten niedrig ausfallen.

[1]) S. auch Glückauf 1906, Nr. 27, S. 871 u. f.; Hundt: Die beim Ruhrkohlenbergbau üblichen Abbaumethoden in ihrer Anwendbarkeit für Spülversatzbetriebe; — ferner den auf S. 402 in Anm. [1]) erwähnten Aufsatz von Seidl, S. 49 u. f.

[2]) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes. 1912, S. 95: Versuche und Verbesserungen.

Digitized by Google

Das Schema eines Stoßbaues mit gleichzeitigem Abbau über der Haupt- und einer Teilsohle zeigt Abb. 390. Hier findet in den beiden oberen Bauflügeln gerade Kohlengewinnung statt, während man in den beiden unteren mit der Zuspülung der Abschnitte beschäftigt ist. Die ablaufenden Wasser fließen durch das Gefluter *g g* und die Wasserseige *w* dem unteren Abteilungsquerschlage Q_1 zu.

Der Abstand der Verschläge voneinander, d. h. die Größe der Spülabschnitte, richtet sich nach der Festigkeit des Hangenden. Man muß sich bei mäßig guter Beschaffenheit des letzteren mit 40—80 qm bloßgelegter Fläche begnügen, kann aber bei standfestem Gebirge 200 qm und darüber auf einmal ausspülen.

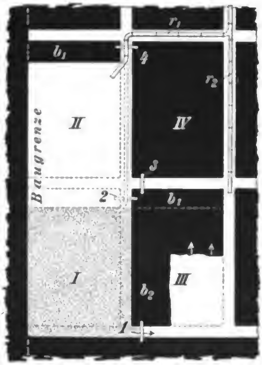


Abb. 391. Schwebender Pfeilerbau mit Spülversatz. (Der schwarze Pfeil bezeichnet die Richtung des abfließenden Wassers.)

Wenn man beim Pfeilerbau auf mächtigen Flözen die einzelnen Abschnitte durch Durchhiebe bildet, so braucht man beim Zuspülen nicht auf die Offenhaltung eines Wetterweges bedacht zu sein, da der nächste Durchhieb die Abführung der Wetter beim Verhieb des nächsten Abschnitts ermöglicht. Infolgedessen kann dann der abgebaute Abschnitt bis an den Kohlenstoß heran zugespült werden, so daß an die Stelle eines im Einfallen hochgeführten langen Verschlages ein kleiner Verschlag in der Strecke treten kann. In dieser Weise wird gemäß Abb. 391 auf verschiedenen oberschlesischen Gruben verfahren. Die Pfeiler werden hier in der durch die römischen Ziffern gekennzeichneten Reihenfolge schwebend in Verhieb genommen, wobei jedesmal an der oberen Grenze eine Schwebe b_1 von etwa 3 m stehen bleibt, die während des Verspülens des Abschnitts den Abschluß nach oben bildet und beim Auskohlen des nächsthöheren Pfeilers mit gewonnen wird. Die Rohrleitungen sind mit *r*, die Verschläge mit arabischen Ziffern bezeichnet. Das streichend stehengelassene Bein b_2 wird, je nachdem sich eine geringere oder größere Festigkeit des Versatzes durch Vorbohren ergibt, auf 2 oder 1 m geschwächt oder auch ganz (streichend) abgebaut.

148. — Verschläge. Die Verschläge sollen bei möglichst geringen Kosten genügend widerstandsfähig sein (namentlich bei stärkerer Flözneigung, größerer Mächtigkeit und größerer Stoßhöhe), die Beobachtung der Dichtigkeit des Versatzes gestatten und die Trübe möglichst klar abfließen lassen, ohne sie zu sehr zu stauen. Bei sehr feinkörnigem Versatzgut (Lehmtrübe) lassen sich die beiden letzteren Erfordernisse nicht vereinigen; man muß dann eine gewisse Stauwirkung durch möglichst dichte Verschläge anstreben, um die Trübe sich etwas absetzen zu lassen und sie am oberen Ende des Verschlages geklärt abziehen zu können.

Digitized by Google

Bretterverschläge werden, wenn man nicht mit Streckendämmen auskommt, im allgemeinen zu teuer, gestatten auch nicht die Beobachtung des Versatzes und sind daher in den westlichen Bergbaugebieten jetzt meist durch Verschläge aus Versatzleinen und Drahtgeflecht mit 3—5 mm Maschenweite oder aus Siebblechen mit 4—5 mm Lochweite ersetzt worden; Drahtgeflecht wird bei größerer Druckbeanspruchung noch durch Drähte oder durch Litzen abgelegter Drahtseile verstärkt. Neuerdings haben auch Rahmen mit Drahtbespannung und Strauchwerk (aus Ginster u. dgl.) nach Mommertz (D. R.-P. 305280) Verwendung gefunden.

Soweit nicht durch größere streichende Breite der einzelnen Abschnitte (bei gutem Gebirge) an Verschlägen gespart werden kann, empfiehlt es sich, nach Möglichkeit den Abbau so zu führen, daß, wie in Abb. 391, nur in den Strecken Verschläge hergestellt zu werden brauchen. Auch beim streichenden Stoß- oder Pfeilerbau kann man mit Streckendämmen (Riegeldämmen r_1 bis r_3 in Abb. 391) auskommen, indem man bis an den Kohlenstoß selbst spült. Jedoch muß dann für jeden Abschnitt von neuem schwebend aufgehauen werden. Man kann sich aber dadurch helfen, daß man nach dem Patent Nr. 202951 der Firma Aug. Thyssen zwischen Spülabschnitt und Kohlenstoß eine Leitung aus gelochten Wetterlutten (*l* in Abb. 392)[1]) einbaut und mit einspült. Das obere Ende der Luttenleitung wird in die den Versatz nach oben hin begrenzende Bergemauer *b* eingebettet. Auf diese Weise behält man stets Wetterverbindung nach oben. Das Wasser aus dem Spülabschnitt kann durch die Lutten ablaufen. Beim Aufhauen für den neuen Abschnitt werden die Lutten stückweise wieder ausgebaut.

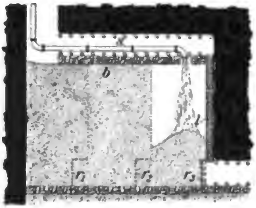


Abb. 392. Spülversatz mit Riegeldämmen und gelochten Wetterlutten auf Zeche Deutscher Kaiser.

Für Lehmtrübe müssen Bretterverschläge mit Fugendichtung (durch Heu, Stroh, Pferdemist u. dgl.) oder Verschläge aus Versatzleinen mit Verstärkung durch Bretter, Spitzen oder Drähte hergestellt werden.

In mächtigen, flachgelagerten Flözen ist außer der seitlichen Begrenzung der Spülabschnitte auch eine solche an deren oberer streichender Kante erforderlich, weil sonst die ganze über die Sohle der oberen Strecke hinausreichende Fläche des Hangenden ohne Unterstützung bleiben würde. Abb. 393 veranschaulicht die Zuspülung eines solchen obersten Abschnitts: die Strecke wird durch einen leichten Verschlag *v* geschützt, der durch die Spreizen s_1 s_2 gegen den Kohlenstoß abgestützt und über dem die Rohrleitung unter dem Hangenden eingeführt wird. Die Bedienung der Leitung *r* erfolgt von der nach und nach wiederzugewinnenden Holzbühne *p* aus. Auch werden bei flachem Einfallen bewegliche Mundstücke benutzt, die den Schlammstrom nach allen Richtungen zu lenken gestatten.

[1]) S. auch Glückauf 1909, Nr. 10, S. 338.

Digitized by Google

Da solche in den Spülabschnitt hineinführende Rohrleitungen, wenn man sie nicht preisgeben will, stückweise ausgebaut werden müssen, so ersetzt man sie in Oberschlesien neuerdings durch Holzlutten, die mit eingespült werden. Auf Grube Altenwald im Saarbezirk hat man mit gutem Erfolge die Hauptrohrleitung schwebend am Spülverschlage entlang geführt und durch kurze Stutzen, die allmählich in der Reihenfolge von unten nach oben durch Drehschieber geschlossen werden, in den Spülabschnitt ausgießen lassen [1]. Diese Hilfsmittel vermeiden gleichzeitig die Unterbrechung des Spülbetriebs durch das Ausbauen der Rohrstücke.

149. — Der Spülversatz im Kalisalzbergbau. Allgemeines[2]. Der deutsche Kalisalzbergbau bietet mit seinen mächtigen und großenteils flachgelagerten Lagerstätten, in denen der Handversatz schwierig und teuer wird, sehr günstige Bedingungen für den Spülversatz. Für diesen Versatz spricht hier außerdem die wesentlich bessere Unterstützung des Hangenden, die

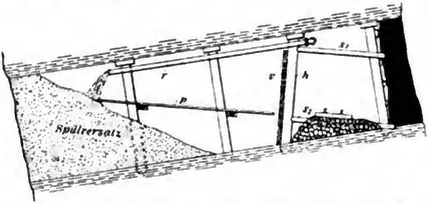


Abb. 383. Ausspülen des oberen Teiles eines Abschnitts in einem mächtigen Flöz.

bei gleichzeitiger erheblicher Verringerung der Abbauverluste die Gefahr von Wassereinbrüchen durch Zerreißung der wassertragenden Schichten beseitigt, und die bequeme und saubere Einförderung des Versatzgutes (Rückstände aus den angeschlossenen Chlorkaliumfabriken), dessen Zuführung in Förderwagen große Übelstände durch Rosten und Zerfressen der Wagen und Schienen, Festbacken in den Wagen usw. im Gefolge hat.

Daher hat der Spülversatz sich im Kalisalzbergbau nach dem befriedigenden Ausfall des ersten, in den Jahren 1907 und 1908 auf der staatlichen Schachtanlage Bleicherode angestellten Versuchs rasch ausgebreitet[3]. Allerdings ist er bisher auf die Hartsalz- und Sylvinitwerke beschränkt geblieben, da

[1] Zeitschr. f. d. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes. 1914, S. 100; Versuche und Verbesserungen.

[2] Vgl. hierzu die zusammenfassenden Arbeiten: Kali 1914, S. 1 u. f.; Rodatz: Die Frage des Spülversatzes für Kalibergwerke. — Zeitschr. d. Oberschles. Berg- u. Hüttenmänn. Ver. 1914, August/September-Heft, S. 331 u. f.; Seidl: Über den Verhieb der Kalisalzlagerstätten durch reinen Versatzbau. — Kali 1920, Nr. 20, S. 335 u. f.; Weber: Zur Einführung des Spülversatzes in Kaligruben.

[3] Vgl. Kali 1913, Nr. 5, S. 105 u. f.; Glöckner: Die Spülversatzanlage auf dem Brügmanschacht des Kalibergwerks Glückauf. — Kali 1917, Nr. 5, S. 65 u. f.; Hundt: Spülversatzanlage auf dem Kalibergwerke Roßleben. — Zeitschr. f. d. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes. 1919, S. 6 u. f.; Versuche und Verbesserungen.

Digitized by Google

für diese sich ohne Schwierigkeiten eine Spüllauge herstellen läßt, die das anstehende Salz nicht angreift, wogegen die Carnallitwerke mit der Schwierigkeit zu rechnen haben, daß das Chlormagnesium ihrer Lagerstätten leicht löslich ist und infolgedessen an die Zusammensetzung der Lauge strenge Anforderungen gestellt werden müssen. Doch sind auch für Carnallitwerke bereits eine Anzahl von Vorschlägen gemacht worden[1]).

150. — Einiges über die Ausführung des Spülversatzbetriebes im Kalisalzbergbau. Als Versatzgut kommen hauptsächlich die Rückstände aus der chemischen Verarbeitung der Rohsalze in Betracht, die bei Hartsalzwerken bis zu 70—80% der geförderten Rohsalze ausmachen können. Dazu kommt in der Regel noch Kesselasche. Die Lauge soll nach Möglichkeit so zusammengesetzt sein, daß sie gegen die anstehenden Salze auch nach einer gewissen Erwärmung in der Grube gesättigt ist. Auf Bleicherode verwendet man z. B. die aus den von Hand versetzten Rückständen abtropfende „Schachtlauge".

Die Rückstände halten die Spüllauge wesentlich fester, als das beim gewöhnlichen Spülversatz der Fall ist, so daß Monate vergehen können, bis die Lauge abgelaufen und der Versatz völlig fest geworden ist.

Die Herstellung des Spülstromes erfolgt durchweg nach dem Abspritzverfahren in großen Spülwannen, in die das Versatzgut durch Entleeren von Förderwagen mit Hilfe von Kreiselwippern gestürzt oder denen es unmittelbar durch eine Förderschnecke von der Fabrik aus zugeführt wird.

Die Abnutzung der Spülleitungen ist verhältnismäßig gering, da das Spülgut nicht nur von milder Beschaffenheit und ohne scharfe Kanten ist, sondern auch infolge seines im Vergleich zur Lauge geringen spezifischen Gewichtes leicht von dieser getragen wird; das Verhältnis der spez. Gewichte von Spülgut und Lauge beträgt hier etwa 1,8:1,3 gegen etwa 2,2:1,1 beim gewöhnlichen Spülversatz.

Im Abbau können die Verschläge, da es sich einstweilen nur um das Vollspülen von Abbaufirsten („Kammern", vgl. Ziff. 162) handelt, in die Strecken bzw. Querschläge gesetzt werden. Man benutzt in der Regel Bohlendämme mit Abdichtung durch Versatzleinen. Ein Beispiel für die Verspülung einer Firste gibt Abb. 394; hier bezeichnen $v_1 v_2$ die Dämme.

Der Versatz schwindet nach einiger Zeit ebenso wie der Handversatz mit Rückständen durch Austrocknung, jedoch beträgt das Maß der Schwindung nur etwa 1%, auch läßt der dadurch entstehende Hohlraum sich durch Nachspülen leicht schließen. Die Dichtigkeit und demgemäß die Tragfähigkeit des Spülversatzes ist besonders bei geringen und mittleren Fallwinkeln erheblich größer als die des Handversatzes, da der Spülversatz dann etwa 90%, der Handversatz dagegen, bei dem das Versatzgut locker liegt und außerdem nicht in alle Winkel hineinzubringen ist, nur etwa 70% des zu versetzenden Hohlraumes ausfüllt.

151. — Der deutsche Braunkohlenbergbau und der Spülversatz. Da der deutsche Braunkohlenbergbau bei dem jetzt üblichen Pfeilerbruchbau

[1]) Richter, D. R.-P. 301588. — Rodatz in der auf S. 410 in Anm.[2]) erwähnten Abhandlung, S. 54. — Techn. Blätter 1918, S. 11 u. f.; Mummenthey: Spülversatzverfahren beim Abbau von Carnallit usw.

Digitized by Google

mit erheblichen Abbauverlusten zu rechnen hat, die bei der außerordentlichen Bedeutung unserer Kohlenvorräte für unsere gesamte Volkswirtschaft in Zukunft nicht mehr zu rechtfertigen sein werden, so wird voraussichtlich auch für ihn der Abbau mit Spülversatz sehr wichtig werden[1]). Günstig für dieses Abbauverfahren sind die Sand- und Kiesablagerungen über den Braunkohlenflözen, die eine vorteilhafte Gewinnung und Verspülung mittels des Abspritzverfahrens ermöglichen, ungünstig die geringen Teufen und entsprechend geringen Wasserdrücke, die erforderliche, umständliche Sicherung der Kohlenstöße gegen das Eindringen der verunreinigenden Spültrübe und die strengen Anforderungen, die infolge des vergleichsweise geringen Wertes der Braunkohle an die Billigkeit des Verfahrens gestellt werden müssen. Versuche mit dem Spülversatzabbau sind im Braunkohlenbergbau bereits einige

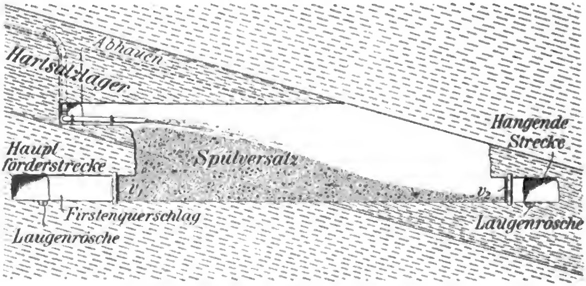


Abb. 394. Verspülung einer Firste in einem Kalisalzlager.

Jahre nach der Einführung des Spülversatzes im Steinkohlenbergbau gemacht worden, aber unbefriedigend verlaufen. Vorschläge zur Beseitigung der dabei hervorgetretenen Schwierigkeiten hat Kegel bereits 1906 gemacht[2]). -- In neuester Zeit haben die Riebeckschen Montanwerke wieder Versuche mit einem besonderen Abbauverfahren (D. R.-P. 348374) angestellt, die noch nicht abgeschlossen sind[3]). Im Tagebaubetriebe hat der Spülversatz, da er hier mit der Gewinnung des Abraumes durch das Abspritzverfahren vorteilhaft verbunden werden kann, sich neuerdings eingeführt[4]).

152. — **Besondere Arten des Spülversatzes.** Außer der im Vorstehenden beschriebenen, gebräuchlichsten Ausführung des Spülversatzes sind noch zwei besondere Verfahren zu unterscheiden. Das eine, der sog. „Breiversatz", kommt dort in Betracht, wo man zur Verhütung eines zu

[1]) Näheres s. Braunkohle 1922/23, Nr. 30 u. f., S. 525 u. f.; Schwahn: Die Frage der Einführung des Spülversatzes in den Braunkohlentiefbau.

[2]) Braunkohle 1906/7, Nr. 47, S. 743 u. f.; Kegel: In welcher Weise ist die Anwendung des Spülversatzes im Braunkohlenbergbau möglich?

[3]) S. den in Anm. [1]) genannten Aufsatz, Nr. 32, S. 561 u. f.

[4]) Braunkohle 1917/18, Nr. 44, S. 361; Flegel: Über ein neues Verfahren zur Gewinnung und zum Versatz von Abraum in Braunkohlen-Tagebauen durch das Abspritz- und Spülversatzverfahren usw.

Digitized by Google

starken Quellens von Tonschieferschichten den Wasserzusatz möglichst beschränken will oder nur einzelne, weiter vom Schacht entfernte Bauabteilungen mit dichtem Versatz abgebaut werden sollen und daher die Herstellung besonderer Mischanlagen und Rohrleitungen sich nicht lohnen würde, wo aber anderseits Druckwasser (z. B. in Berieselungs-Rohrleitungen) zur Verfügung steht. Es besteht[1]) darin, daß an Stelle eines Schlammstromes ein aus feinkörnigem Gut (Waschbergen u. dgl.) bestehender Versatz in die Baue gebracht wird, dem vor oder beim Verstürzen der Berge soviel Wasser zugesetzt ist, daß die Masse eine breiartige Beschaffenheit erhält, also die Hohlräume genügend dicht ausgefüllt werden und das Weiterschaufeln der Berge entbehrlich wird. Die geringen, hier benötigten Wassermengen können keine nennenswerte Menge von feinen Teilchen mit sich fortreißen, fließen vielmehr fast klar ab, so daß sie keine weiteren Übelstände verursachen. Anderseits wird die Ausfüllung nicht sehr dicht, so daß mit 15—20% Zusammendrückung des Versatzes gerechnet werden muß. Auch ist das Verfahren auf Flöze mit steilerer Neigung, d. h. über 20°, beschränkt.

Das andere Verfahren ist die „Tränkung“ des Handversatzes, wie sie z. B. auf der Schachtanlage Katharina bei Essen mit gutem Erfolge angewendet wird[2]). Hierbei wird in Baue, die mit Hilfe von Handversatz mit Bergen ausgefüllt worden sind, nachträglich feinkörniges Gut eingespült. Um das einfache Abfließen der Spültrübe über der Sohle zu verhüten, wird die durch dichte Bergemauerung, die den Bauabschnitt unten und seitlich einfaßt, aufgestaut. Sind Bergemauern nicht vorhanden oder zu locker, so werden Verschläge hergestellt. Man erzielt durch dieses Verfahren eine Verdichtung des Handversatzes mit einem Mindestmaß an Verbrauch von feinem Spülgut und kann außerdem mit engeren und billigeren Rohrleitungen und geringeren Wassermengen auskommen. Auch fallen die zahlreichen Einzelverschläge fort. Günstig ist ferner, daß der von der Spültrübe zu durchfließende Versatz schon an sich eine gute Filterwirkung ausübt und daher der Wasserklärung erfolgreich vorarbeitet. Man kann deshalb hier den sonst nicht gern benutzten Lehm verwenden und erzielt dadurch den Vorteil, daß die Rohrleitungen kaum leiden und außerdem inwendig sich mit einem glatten Überzug auskleiden, der Verstopfungen vorbeugt. Besonders wichtig ist die Benutzung von Lehm für den Ruhrbezirk, wo Lehm überall, Sand dagegen nur untergeordnet vorkommt. Auf der anderen Seite ist die Wirksamkeit dieses Versatzes entsprechend geringer, da vor der Ausspülung der Luftzwischenräume im Handversatz das Hangende, wenn es nicht sehr fest ist, sich bereits auf den Versatz gesetzt hat und da außerdem dem Spülstrom keine bestimmten Wege vorgeschrieben werden können, sondern dieser sich selbst überlassen bleiben muß.

153. — Wasserklärung und -hebung. Die Klärung des abfließenden Wassers verursacht häufig große Schwierigkeiten. Bei tonigem Spülgut führt das Wasser bis zu etwa 40% der eingespülten Stoffe wieder mit fort, wenn man es nicht im Spülraume selbst längere Zeit stehen lassen kann, was in

---

[1]) Glückauf 1910, Nr. 16, S. 565; Rossenbeck: Versuche mit einer neuen Art des Bergeversatzes.

[2]) Glückauf 1908, Nr. 5, S. 145 u. f.; O. Dobbelstein: Der kombinierte Hand- und Spülversatz.

Digitized by Google

der Regel wegen der dadurch verursachten Stillstände im Verhieb nur im Kalisalzbergbau durchführbar ist. Mangelhaft geklärtes Wasser greift aber die Pumpen stark an. Zum Teil kann die Klärung in „Überfallbecken" erfolgen, aus denen das Wasser oben abfließt. Auch werden Faschinen und ähnliche Filtereinrichtungen in den Wasserstrom eingeschaltet. Für schwer zu klärendes Wasser kann man entweder die „Standklärung" oder die „Laufklärung"[1]) anwenden. Die Standklärung besteht darin, daß die abfließenden Wasser in Behältern angestaut und mit der fortschreitenden Klärung nach und nach von oben nach unten durch besondere Öffnungen abgezapft werden. Der abgelagerte Schlamm wurde früher von Zeit zu Zeit ausgestochen und abgefördert. Neuerdings wird aber die maschinelle Ausschlämmung bevorzugt, die wesentlich billiger ist und außerdem den großen Vorteil bietet, daß der Schlamm sofort wieder durch seine Förderung in alte Baue (auch oberhalb der Sohle) oder in die Spülversatzabbaue selbst beseitigt werden kann. Diese Schlammförderung kann durch das Preßluftverfahren[2]) („Mammutbagger") der Maschinenfabrik A. Borsig in Berlin-Tegel oder durch die „Hannibal-Pumpe" von P. C. Winterhoff in Düsseldorf erfolgen; es ist dies eine Scheibenkolbenpumpe mit Kugelventilen und federnden Ventilsitzen, die imstande ist, einen dickflüssigen Schlamm mit nur 30—40 % Wassergehalt auf 450 m Länge und 5 m Höhe anzusaugen und auf 500 m Länge und 50 m Höhe zu drücken und bei einem Kraftbedarf von 20 PS 18 cbm Schlamm in der Stunde zu fördern. Für große Spülanlagen baut neuerdings die „Wasser- und Abwasserreinigung G. m. b. H." in Neustadt a. d. H. besondere Absitzbecken mit mechanischer Schlammentfernung[3]).

Bei der Laufklärung läßt man die Trübe auf einem längeren Wege durch alte Baue laufen und sich hier abklären. Im Saarbezirk fährt man für diese Zwecke besondere Strecken im Flöze auf und verwendet bei der Standklärung immer zwei Strecken abwechselnd, während bei der Laufklärung eine neue Strecke über der alten aufgefahren wird, sobald diese größtenteils zugeschlämmt ist. Die Standklärung ist teurer, liefert aber gute Klärergebnisse, so daß man auf der anderen Seite beträchtliche Ersparnisse an Ausbesserungsarbeiten bei den Wasserhaltungseinrichtungen erzielt.

Wo eine Hauptwasserhaltung vorhanden ist, wird man ihr die aus den Spülbetrieben abfließenden Wasser nur dann zuführen, wenn diese bis zutage gehoben werden müssen, und auch dann nur, wenn sie genügend abgeklärt sind. Sonst sind besondere, kleinere Pumpen zweckmäßig, deren Betrieb sich dem Spülbetrieb anpassen kann und deren stärkerer Verschleiß durch mangelhaft geklärtes Wasser keine sehr hohen Kosten verursacht. Besonders beliebt sind Kreiselpumpen.

154. — Kosten des Spülversatzes. Die Frage nach der Wirtschaftlichkeit des Spülversatzes kann nur innerhalb weiter Grenzen beantwortet werden. Denn einerseits sind die Kosten außerordentlich verschieden; sie

---

[1]) S. den auf S. 397 in Anm. [2]) erwähnten Aufsatz von Pütz, S. 1367.

[2]) Glückauf 1911, Nr. 8, S. 300 u. f.; Meyer: Die Schlammförderung auf pneumatischem Wege usw.

[3]) Glückauf 1915, Nr. 14, S. 340 u. f; Steuer: Die Kläranlage für die Spülversatztrübe in der Ferdinandgrube bei Kattowitz.

Digitized by Google

werden beeinflußt durch die verschieden hohen Kosten für die Beschaffung des Versatzgutes selbst (Gewinnungs- und Förderungs-, nötigenfalls auch Aufbereitungskosten), durch die verschieden große Länge der Rohrleitungen, durch die verschiedene Anzahl der Verzweigungen, durch die wechselnden Kosten der Verschläge (bedingt durch deren verschiedene Anzahl, Stärke und Länge), durch die nach dem Versatzgut schwankenden Ausgaben für Rohrverschleiß, Wasserklärung und Wasserhebung usw. Anderseits aber sind die Ersparnisse, die diesen Kosten gegenüber in die Wagschale zu legen sind und die ebenfalls nach den örtlichen Verhältnissen stark schwanken, nur annähernd zahlenmäßig zu ermitteln.

Große Spülanlagen arbeiten wesentlich billiger als solche mit kleinen Leistungen.

Nachstehend möge ein Beispiel für die Kosten unter günstigsten Verhältnissen gegeben werden, wobei die Zahlen auf 1 t Kohlen umgerechnet sind[1]).

	₰ je t
1. Sandgewinnung und -förderung bis zum Spülschacht	14,5
2. Spülanlage und -betrieb:	
a) Rohrverschleiß	6,8
b) Verzinsung und Tilgung	1,4
c) Löhne (für den maschinellen Teil, für Ein- und Ausbau der Rohre, Bühnen und Gefluter, für Herstellung von Verschlägen und Wasserseigen)	48,3
d) Betriebstoffe	0,5
e) Kraftbedarf	0,8
f) Wasserhebung	2,4
Summe:	74,7

Im Gesamtdurchschnitt ergaben sich 1911 für Oberschlesien die Kosten zu 1,20 ℳ je Tonne Kohlen.

Im Ruhrbezirk, wo vielfach schon die Gestehungs- und Beförderungskosten des Versatzguts den Betrag von 1,3—1,8 ℳ je Tonne Kohlen erreichen, können die Versatzkosten auf 2,50 ℳ und darüber steigen.

Die Kosten des vorhin erwähnten Breiversatzes sind auf der Schachtanlage Katharina bei Essen mit 1,90 ℳ je Tonne Kohlen bei Verspülung von anderswoher beschafftem Versatzgut und mit 0,60 ℳ je Tonne bei Verspülung eigener Waschberge ermittelt worden.

155. — Anwendungsgebiet des Spülversatzes. Der Spülversatz hat für den Ruhrbezirk wegen der verhältnismäßig geringen Flözmächtigkeiten und wegen der Schwierigkeit der Beschaffung von ausreichenden Versatzgutmengen nur untergeordnete Bedeutung. Seine Anwendung wird sich hier — abgesehen von solchen Fällen, in denen Gruben über alte Bergehalden von großem Umfang verfügen oder in der Nähe von Hochofenwerken oder von größeren Sand- und Lehmablagerungen liegen und daher große Mengen von Versatzgut billig erhalten können — voraussichtlich im großen und ganzen auf den Abbau solcher Kohlenmengen beschränken, die sonst als Sicherheitspfeiler für einzelne, besonders zu schützende Tagesgegenstände

[1]) Vgl. den auf S. 399 in Anm. [1]) erwähnten Aufsatz von Seidl.

Digitized by Google

anstehen bleiben müßten. Auch für den Abbau des Schachtsicherheitspfeilers (Ziff. 178) verdient der Spülversatz den Vorzug; dieser Abbau wird in manchen Fällen sogar erst durch ihn ermöglicht werden.

Das eigentliche Feld des Spülversatzes ist aber ein Bergbaugebiet mit den Verhältnissen Oberschlesiens, nämlich mit sehr mächtigen, flachgelagerten Flözen einerseits, bei deren Abbau die Vorteile des Spülversatzes in hervorragendem Maße in Erscheinung treten, und mit großen Sand- und Lehmablagerungen an der Erdoberfläche anderseits. Verschiedene oberschlesische Gruben spülen daher täglich 2000 cbm und mehr ein, und die Länge der im dortigen Bergbau eingebauten Spülrohrleitungen betrug bereits 1912 etwa 220 km. Die Myslowitz-Grube bei Myslowitz gewinnt von ihrer Förderung 80—90 % in Spülversatzbetrieben, und von der Gesamtheit der oberschlesischen Gruben betreibt jetzt fast die Hälfte den Abbau mit Spülversatz.

Hervorzuheben ist auch die Bedeutung des Spülversatzes bei der Bekämpfung von Grubenbrand. Zunächst ermöglicht die sehr dichte Ausfüllung der Hohlräume, wie der Spülversatz sie gewährleistet, den für die Verhütung von Selbstentzündung so wichtigen luftdichten Abschluß der Kohlenstöße. In dieser Absicht wird er, wie in Ziff. 137 erwähnt, im Steinkohlenbergbau des Freistaats Sachsen bereits seit Jahren angewandt[1]). Außerdem aber sind auch erfolgreiche Versuche zu verzeichnen, bereits ausgebrochene Brände durch Einspülen von feinkörnigem Versatz in die Brandfelder zu ersticken[2]).

Von großer Bedeutung wird der Spülversatz für den deutschen Kalisalzbergbau werden.

b) Der Abbau mit Bergfesten.

156. — Wesen und Anwendungsgebiet. Beim Abbau mit Bergfesten sollen die unverritzt gelassenen Lagerstättenpfeiler größere Bewegungen des Deckgebirges dauernd verhüten. Ein solcher Abbau rechtfertigt sich dort, wo das Eindringen von Wasser aus dem Deckgebirge in die Grubenbaue unbedingt ausgeschlossen bleiben muß oder wo der verhältnismäßig geringe Wert des abzubauenden Minerals keine größeren Belastungen durch Bergschäden und Wasserhebungskosten rechtfertigt, oder wo das Mineral in solchen Mengen vorkommt, daß die Abbauverluste durch die stehenbleibenden Pfeiler nicht ins Gewicht fallen. Hiernach kann das Anwendungsgebiet dieses Abbauverfahrens in Deutschland heute nur noch beschränkt sein. Am meisten treffen die genannten Voraussetzungen noch für den deutschen Kalisalzbergbau mit seiner Empfindlichkeit gegen Wasserzuflüsse und seinen großen anstehenden Salzvorräten zu.

157. — Die Pfeiler beim Abbau mit Bergfesten. Die Stärke der unverritzt gelassenen Teile hängt von der Druckfestigkeit des Minerals und von der Mächtigkeit der überlagernden Gebirgschichten ab. Aus letzterem Grunde muß die Pfeilerstärke nach der Teufe hin zunehmen, so daß das Ver-

---

[1]) Jahrbuch für das Berg- und Hüttenwesen im Königreich Sachsen 1901, S. 17 u. f.; J. Treptow: Verwahrung der Grubenbaue gegen Gebirgsdruck und Brandgefahr.

[2]) Vgl. z. B. Glückauf 1908, Nr. 44, S. 1564 u. f.; Dr. Brücher: Bekämpfung von Grubenbränden mit Hilfe des Lehmspülversatzes.

Digitized by Google

hältnis zwischen denr gewinnbaren und dem verloren zu gebenden Teile der Lagerstätte nach unten hin immer ungünstiger wird. Bei der Bemessung des Abstandes der einzelnen Pfeiler ist außerdem die Festigkeit des Hangenden in Betracht zu ziehen.

Die Pfeiler müssen also, damit sie ihren Zweck erfüllen, so stark sein, daß sie nicht zerdrückt werden, und in so geringen Entfernungen voneinander stehen, daß das Hangende zwischen ihnen nicht durchbrechen kann[1]).

Im deutschen Kalisalzbergbau ist man bereits 1878, da sich die Pfeiler als nicht genügend tragfähig erwiesen hatten, dazu übergegangen, Bergeversatz einzubringen und sich auf diese Weise gleichzeitig der bei der Salzverarbeitung in großen Mengen entfallenden Rückstände zu entledigen. Man strebte dadurch eine Stützung des sich durchbiegenden Hangenden sowohl wie auch eine seitliche Stützung der Pfeiler an. (Näheres s. Ziff. 163.)

Nach der Art, wie die Pfeiler mit den Hohlräumen abwechseln, kann man unterscheiden: 1. den Örterbau, 2. den Schachbrettbau und 3. den Kammerbau.

1. Der Örterbau.

158. — Wesen des Örterbaues. Der Örterbau (Abb. 395) hat seinen Namen daher, daß hier die Abbauräume nach der Art breiter Streckenbetriebe *o* zu Felde rücken. Dementsprechend bilden auch die stehenbleibenden Pfeiler langgestreckte, ununterbrochene Streifen. Zum Schutze der Förderstrecken s_1—s_3 werden die Örter in deren Nachbarschaft einige Meter schmal aufgefahren und nicht ganz bis zur nächsthöheren Strecke durchgetrieben, so daß für diese Sicherheitschweben stehenbleiben. Das Verhältnis zwischen Pfeiler- und Örterbreite richtet sich nach der Druckfestigkeit des Minerals, nach der Teufe und nach der Tragfähigkeit des Gebirges und beträgt beispielsweise 2 : 3 in günstigen und 3 : 1 in ungünstigen Fällen. Daraus berechnen sich Abbauverluste von 40 % bzw. 75 %, wozu dann noch die Verluste durch Anstehenlassen der Schweben kommen.

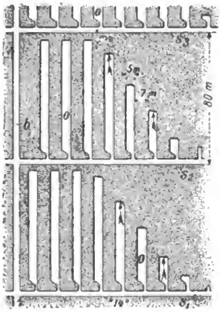


Abb. 395. Örterbau in einem Minettelager.

159. — Örterbau im deutschen Kalisalzbergbau. Ein dem Kalisalzbergbau entnommenes Beispiel für den Örterbau liefert der in Abb. 396 dargestellte Abbau[2]), der dem auf dem Steinsalzbergwerk zu Heilbronn[3]) angewendeten Verfahren ähnlich ist. Es handelt sich hier um ein mächtiges Lager mit sehr

[1]) Vgl. Glückauf 1906, Nr. 40, S. 1309; Kegel: Über den Abbau von Kalisalzlagerstätten in größeren Teufen

[2]) Deutschlands Kalibergbau, Festschr. z. X. Deutsch. Bergmannstage, III. Teil, S. 64.

[3]) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes. 1897, S. 138 und Taf. III, Fig. 3; Lichtenberger: Das Salzwerk zu Heilbronn.

Digitized by Google

flachem Einfallen. Vom Hauptquerschlage aus sind in Abständen von rund 250 m Hauptförderstrecken aufgefahren, zu deren Schutz auf beiden Seiten Sicherheitspfeiler von 23 m Stärke stehenbleiben. Das zwischen zwei Hauptstrecken liegende Abbaufeld von 200 × 240 m wird in der ganzen Mächtigkeit des Lagers durch gleichzeitig oder doch nahezu gleichzeitig zu Felde rückende Abbauörter von je 10 m Breite durchörtert, zwischen denen 5 m starke Pfeiler stehenbleiben. Die letzteren werden zur Herstellung einer Wetterverbindung alle 40 m durchbrochen. Die Hohlräume werden

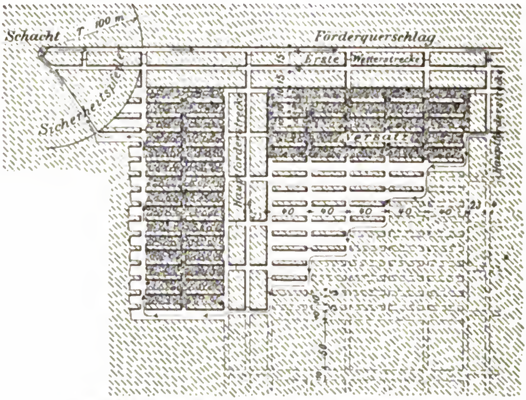


Abb. 396. Örterbau auf dem Kalisalzbergwerk Sollstedt.

durch Versatz ausgefüllt. Die Angriffsfläche, im ganzen betrachtet, kann streichend (links) oder diagonal (rechts) gestellt werden. Über den Verhieb im einzelnen gilt das weiter unten (S. 420 u. f.) Gesagte.

2. Der Schachbrettbau.

160. — Wesen des Schachbrettbaues. Beim Schachbrettbau wechseln die stehenbleibenden Pfeiler mit den Hohlräumen in der Weise ab, daß die Abbaue das Bild einer von Säulen getragenen Decke bieten, wobei allerdings zu berücksichtigen ist, daß die Dicke der Pfeiler im Verhältnis zur Größe der Zwischenräume in den verschiedenen Lagerstätten und Teufen stark wechseln kann. Beim Schachbrettbau im eigentlichen Sinne des Wortes sind die zwischen den Hohlräumen stehenbleibenden Pfeiler so gegeneinander versetzt, daß sich das Bild der verschiedenfarbigen Felder eines Schachbrettes ergibt; Pfeiler und Hohlräume haben also ganz gleiche Abmessungen, und der Abbauverlust beträgt 50 %.

Ein solcher Abbau ist früher verschiedentlich im Steinkohlenbergbau (hauptsächlich unter Ortschaften und Wasserläufen) geführt, hier aber mit

Digitized by Google

Recht verlassen worden, da er trotz großer Abbauverluste und erheblicher Brandgefährdung durch die im Abbau zurückbleibenden Kohlenmassen doch die Gebirgsbewegungen nicht dauernd hat hintanhalten können.

3. Der Kammerbau (Weitungsbau).

161. — Ausführung des Kammerbaues im allgemeinen. Während beim Schachbrettbau jeder einzelne Pfeiler rings von Hohlräumen umgeben ist, wird beim Kammerbau umgekehrt in der Weise vorgegangen, daß jeder Hohlraum rings von Sicherheitspfeilern als Wänden eingefaßt ist, so daß lauter einzelne „Abbaukammern“ gebildet werden und das Hangende von den Bergfesten in derselben Weise getragen wird wie eine Decke über einer Zimmerflucht von den Zimmerwänden. Dieser Abbau beschränkt sich auf Lagerstätten von großer Mächtigkeit.

In den einzelnen Kammern kann der Verhieb strossenbauartig von oben nach unten oder firstenbauartig von unten nach oben erfolgen. Im ersteren Falle brauchen die Leute nicht unter überhängenden Teilen der Lagerstätte zu arbeiten, entfernen sich aber dafür immer weiter vom Dach, dessen Beobachtung dadurch immer schwieriger wird, während doch seine Festigkeit gleichzeitig mit dem fortschreitenden Abbau ständig abnimmt. Beim Firstenverhieb haben die Hauer umgekehrt stets die Lagerstätte über sich, können sich aber den Firstenstößen immer genügend nahehalten, indem sie sich auf das hereingewonnene Haufwerk stellen; die Bedrohung durch die überhängenden Stöße ist unwesentlich, da diese fortwährend neu aus der Mineralmasse herausgearbeitet werden und daher keine Zeit haben, sich durch den Druck zu zerklüften. Infolgedessen wird in den meisten Fällen der Firstenbauverhieb bevorzugt.

162. — Kammerbau im deutschen Kalisalzbergbau. Der Kammerbau findet im deutschen Stein- und Kalisalzbergbau ausgedehnte Anwendung

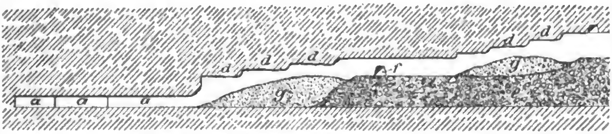


Abb. 397[1]). Firstenverhieb im deutschen Kalisalzbergbau.
g Haufwerk, e Versatz.

und wird hier durchweg mit Firstenverhieb betrieben, weshalb die einzelnen Kammern auch meist als „Firsten“ bezeichnet werden. Je nach Mächtigkeit und Lagerung ergeben sich verschiedenartige Ausgestaltungen, von denen einige nachstehend beschrieben werden sollen. Diese Beispiele beziehen sich auf den Abbau bei mittlerem und steilem Einfallen.

Die Vorrichtung erfolgt durch eine streichende Hauptförderstrecke, die in der Regel, um sie den Abbauwirkungen zu entziehen und keine wertvollen

[1]) Nach Fürer: Salzbergbau und Salinenkunde, (Braunschweig, Vieweg), 1900, S. 386.

Digitized by Google

Sicherheitspfeiler für sie opfern zu müssen, im liegenden Steinsalz hergestellt wird und von der aus daher die Lagerstätte durch kurze Querschläge gelöst werden muß.

In jeder einzelnen Kammer, deren Höhe im allgemeinen mit 9—11 m angenommen wird, treibt man zunächst einen 2 m hohen „Einbruch" in ihrer ganzen Breite vor (*a* in Abb. 397). Die Richtung, in der dieser Einbruch aufgefahren wird und in der überhaupt der ganze Verhieb erfolgt, entspricht bei Mächtigkeiten bis zu etwa 15—20 m dem Streichen; in Lagern mit größerer Mächtigkeit dagegen rücken Einbruch und Firsten querschlägig vor. Ein Beispiel für den streichenden Verhieb liefert die Abb. 397, während bei dem Abbau nach Abb. 398 und 399 querschlägig vorgegangen wird. Im Falle der Abb. 399 ist wegen der bedeutenden Mächtigkeit des Lagers die querschlägige Erstreckung der einzelnen Kammern im Vergleich zu ihrer Breite so groß, daß man hier auch von einem „Querörterbau" sprechen kann.

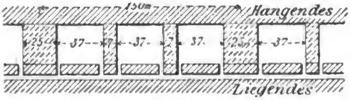


Abb. 398[1]). Staßfurter Kammerbau mit abwechselnd schwächeren und stärkeren Pfeilern.

Dem Vortreiben des Einbruchs kann der Verhieb der Firstenstöße in einiger Entfernung nachfolgen, wie Abb. 397 erkennen läßt, wo die Firstenstöße mit *d* bezeichnet sind. Meist wird aber zunächst nur der Einbruch *a* hergestellt, darauf das hereingeschossene Haufwerk weggefördert und nunmehr ein Firstenstoß f_1 (Abb. 400, Profil *c*—*d*) von 3—5 m Höhe in Angriff genommen („gedrückt"), worauf dann, wenn dieser die Grenze der Kammer erreicht hat, wieder das Haufwerk bis auf einen Rest am Hangenden oder an einem Pfeilerstoße abgefördert wird. Man schafft auf diese Weise Platz für den Angriff der obersten Firste (f_2 im Profil *c*—*d*), wobei die Hauer auf dem liegengebliebenen Rest des Haufwerks stehen. Während des Verhiebs der Firste wird der Förderquerschlag offengehalten, um überschüssiges Salz wegfördern zu können. Bei der Herstellung des Einbruchs sowohl wie beim Verhieb der Firsten geht man zweckmäßig mit abgesetzten Stößen (im Grundriß gesehen) vor, wie das in Abb. 397 links für den Einbruch angedeutet ist; man erhält dadurch mehr freie Flächen und infolgedessen eine

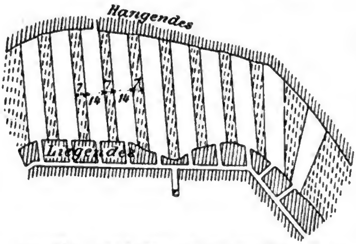


Abb. 399[1]). Querkammerbau auf dem Kalisalzbergwerk Hohenzollern.

[1]) Abb. 398—400 nach der auf S. 417 in Anm.[2]) erwähnten Festschrift, III. Teil, S. 56—58.

Digitized by Google

günstigere Ausnutzung der Schießarbeit. — Sobald eine Firste ihre volle Höhe erreicht hat, wird ein Durchbruch nach der Nachbarkammer hin hergestellt und so eine Wetterverbindung geschaffen.

Ist der Abbau einer Kammer beendet, so wird zunächst das Haufwerk vollständig weggefördert und darauf Versatz eingebracht (s. die Abbildungen 397 u. 400). Dieser wurde früher großenteils aus Bergemühlen durch Vermittelung von Querschlägen am oberen Ende der Kammern zugeführt; heute wird der Versatz hauptsächlich aus den Rückständen gedeckt, die von den an die Grube zur Weiterverarbeitung der Salze angeschlossenen chemischen Fabriken geliefert werden. Da der Versatz sich nach und nach setzt, so werden vielfach die dadurch entstehenden Hohlräume durch nachträgliches Einspülen von feinkörnigem Versatzgut wieder ausgefüllt.

Auf dem Versatz rückt dann der Abbau der nächsthöheren Kammern zu Felde.

Die Bestreichung der Stöße auf ihre ganze Länge zur Wegförderung des Haufwerks und zur Zuführung des Versatzes wird durch Fördergestänge ermöglicht, die sich nach Bedarf verzweigen. Neuerdings beginnt auch die maschinelle Abbauförderung mittels Schüttelrutschen sich hier einzubürgern. Auch Schaufelbagger wurden zum Einladen der hereingeschossenen Salze in die Förderwagen vorgeschlagen[2]).

Für die Bemessung der Stärke und des Abstandes der Sicherheitspfeiler sind verschiedene Erfahrungsregeln in Gebrauch. Beispiele zeigen die Abbildungen, die die Pfeilerstärken und -abstände in Metern angeben und gleichzeitig erkennen lassen, daß sowohl Pfeiler von stets gleicher Stärke (Abb. 399) stehenbleiben als auch in regelmäßigen Abständen zwischen die gewöhnlichen Pfeiler solche von größerer Stärke (sog. „Barrierenpfeiler") eingeschaltet werden können (Abbildungen 398 u. 400).

Wie der Abbau nach der oberen Sohle hin weiter fortschreitet, zeigt Abb. 400 (Profile): das Lager ist durch einen blinden Schacht g gelöst, von dem aus nach und nach die Querschläge q, q_1, q_2 usw. auf der unteren Sohle und den in 7—9 m seigerem

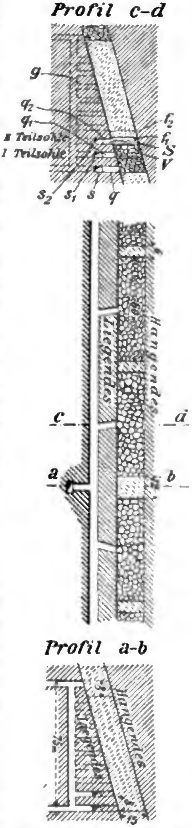


Abb. 400[1]). Kammerbau mit streichendem Verhieb und Bergeversatz auf deutschen Kalisalzbergwerken.

[1]) S. Anm. [1]) auf S. 420.

[2]) Kali 1912, Nr. 24, S. 612; Geyler: Die Verwendungsmöglichkeit von Schaufelbaggern in Kalibergwerken. — Zeitschr. f. d. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes. 1914, S. 98; Versuche und Verbesserungen.

Digitized by Google

Abstand gebildeten Teilsohlen aufgefahren werden. Von diesen Querschlägen gehen wiederum die im Liegenden getriebenen Förderstrecken s, s_1, s_2 usw. aus. Querschläge und Strecken dienen zunächst für die nächstuntere Kammer zur Zuführung der Versatzberge (*e* in Abb. 397, *V* in Abb. 400, Profil *c—d*), die sie entweder vom Tage her durch den Schacht *g* oder aus Bergemühlen oder auf beiden Wegen zugleich erhalten; später werden sie dann zur Wegförderung des Haufwerks (*g* in Abb. 397, *S* in Abb. 400) aus der nächsthöheren Kammer benutzt.

Kommt man bei steilerer Lagerung mit einem tieferen Abbau in die Nähe eines über diesem geführten Abbaues, so bleibt zwischen beiden eine Schwebe stehen.

163. — **Bedeutung des Bergeversatzes beim Kammerbau**[1]). Der Bergeversatz, wie er beim Kammerbau im deutschen Kalisalzbergbau eingebracht wird, verfolgt den doppelten Zweck, das Durchbiegen des Hangenden bei zu großem Pfeilerabstand auf ein gefahrloses Mindestmaß zu beschränken und zu schwach bemessene Pfeiler zu stützen. Er soll also die schädlichen

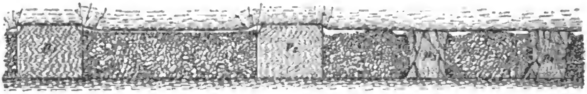


Abb. 401. Kammerbau mit zu großem Abstande (links) oder zu geringer Stärke (rechts) der Pfeiler.

Folgen einer irrtümlichen Bemessung des Verhältnisses zwischen Pfeilerstärke und Kammerbreite, die sich wegen des Fehlens sicherer Rechnungsgrundlagen nicht vermeiden läßt, beseitigen.

Diese Wirkung kann der Versatz aber nur haben, wenn er die Hohlräume soweit ausfüllt, daß er nur noch geringe Gebirgsbewegungen zuläßt. Da der Handversatz nach Druckversuchen, die Rodatz angestellt hat, bei größeren Teufen sich um 20—25 % zusammendrücken läßt, außerdem auch noch durch allmähliche Austrocknung um einen gewissen Betrag schwindet und schließlich auch nicht alle kleinen Hohlräume ausfüllen kann, so kann bei flacher Lagerung, wo der Versatz besonders locker liegt, das Hangende über einem Kalisalzlager von beispielweise 15 m Mächtigkeit sich leicht um etwa 4 m senken, ehe es auf dem Versatz eine feste Auflage findet. Damit wird aber (s. Abb 401 links) in vielen Fällen die Grenze der elastischen Durchbiegung überschritten werden, also das Dach an den Pfeilern durchbrechen können. Den Pfeilern aber kann ein derartig lockerer Versatz gleichfalls keine genügende Stütze bieten, ihr Ausbrechen bei geringerer Stärke (Abb. 401 rechts) also nicht verhüten. Es ergibt sich also günstigstenfalls eine ähnliche Wirkung wie beim Ausbau mit nachgiebigen, angespitzten

[1]) Vgl. hierzu den auf S. 417 in Anm. [1]) angeführten Aufsatz von Kegel sowie den auf S. 410 in Anm. [2]) angeführten Aufsatz von Seidl; — ferner Kali 1914, Nr. 5, S. 118 u. f.; Rodatz: Die Frage des Spülversatzes für Kalibergwerke; — Zeitschr. f. d. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes. 1919, S. 297 u. f.; Schrader: Bericht über Versuche zwecks Verminderung der Abbauverluste beim Kalisalzbergbau.

Digitized by Google

Stempeln, mit denen hier die sich zerdrückenden Pfeiler zu vergleichen sind: gleichmäßiges, langsames Niedergehen des Hangenden. Im ungünstigen Falle dagegen, d. h. wenn die Pfeiler nicht nachgeben, können gefährliche Brucherscheinungen im hangenden Gebirge eintreten. Ein solcher Versatz ist daher fast überflüssig, seine Hauptbedeutung liegt in der durch ihn ermöglichten Beseitigung der Fabrikrückstände.

Dagegen gestattet Handversatz bei steiler Lagerung und sachgemäß ausgeführter Spülversatz bei jedem Einfallen eine genügend dichte Ausfüllung der Hohlräume und damit vielleicht einen Abbau ganz ohne Schutzpfeiler, wie er nicht nur wegen des Fortfalls der Abbauverluste, sondern auch gerade wegen der Erhaltung des Zusammenhalts im schützenden Deckgebirge angestrebt werden muß.

Für Gruben mit flachem Einfallen erscheint daher der Abbau mit Spülversatz (vgl. S. 410 u. f.) als die Forderung der Zukunft. Auf Sylvinit- und Hartsalzwerken ist er bereits in größerem Umfange eingeführt, auf Carnallitgruben wird seine Anwendung durch die Auffindung von Schutzmitteln gegen die Auflösung anstehender Salze durch die Spüllauge anzustreben sein.

Bereits jetzt haben manche Gruben infolge des Übergangs zum Spülversatz mit gutem Erfolge die früher anstehen gelassenen Pfeiler nachträglich gewinnen können [1]).

164. — Andere Formen des Kammerbaues. Statt der rechteckigen Kammern können auch runde gebildet werden. Das geschieht z. B. beim sog. Stockwerkbau, wo in den erzreichen, unregelmäßig in der Gebirgsmasse verteilten Stöcken Weitungen ausgeschossen werden, denen man im Grundriß eine rundliche, im Seigerschnitt eine gewölbeartige Gestalt gibt.

Ein anderer hierher gehöriger Abbau ist der eigenartige Kammerbau mit Ausspülung der einzelnen Kammern (auch „Glocken" genannt) im Schönebecker und Bernburger Steinsalzbergbau [2]). In Schönebeck wird in der Mittellinie der zu bildenden Glocke zunächst ein seigeres Loch von 9—10 m Höhe durch Wasserspülung ausgespritzt und sodann oben auf das Spritzrohr ein zweiarmiges Horizontalrohr gesetzt, das durch den Druck des austretenden Wassers nach der Art des Segnerschen Wasserrades in Drehung versetzt wird. Dadurch wird, indem nach und nach das söhlige Rohr entsprechend verlängert wird, allmählich eine Kammer ausgespült, die am oberen Ende 15 m Durchmesser hat, sich aber nach unten trichterförmig verjüngt, weil nach unten hin die Sättigung des Wassers mit Salz immer größer und demgemäß seine auflösende Kraft immer geringer wird. Ist diese Weite erreicht, so wird die seigere Rohrleitung nach und nach verkürzt, so daß das Horizontalrohr in immer tieferen Lagen spielen und so einen annähernd zylindrischen Hohlraum von 15 m Weite ausspritzen kann. Die Pfeiler zwischen den einzelnen Glocken sind an der schwächsten Stelle noch 1 m stark. Der Abbauverlust beträgt rund 30 %.

165. — Größen von Abbaukammern. Die in Gestalt von Abbaukammern im Laufe der Zeit geschaffenen Hohlräume haben in zähem und

---

[1]) Vgl. den auf S. 422 in Anm. [1]) angeführten Bericht von Schrader.
[2]) S. das auf S. 419 in Anm. [1]) erwähnte Buch von Fürer, S. 491 u. f.

Digitized by Google

kluftfreiem Gebirge vielfach sehr bedeutende Abmessungen erlangt. Namentlich der Steinsalz- und der Dachschieferbergbau haben solche gewaltigen Räume zu verzeichnen. So hat z. B. im ungarischen Steinsalzbergbau eine „Glocke" von 47 m Durchmesser und 147 m Höhe jahrhundertelang gestanden. Die Größen einiger anderen Kammern zeigt folgende Zusammenstellung [1]):

Bergbaugebiet:	Breite m	Länge m	Höhe m	Gesamtraum cbm (rd.)
Ungarischer Steinsalzbergbau (Marmaros)	68	206	134	1880000
	55	381	65	1360000
Dachschieferbergbau in Anjou (Frankreich)	60	70	110	440000

Ein Bach von 40 cm Breite, 20 cm Tiefe und 25 cm Stromgeschwindigkeit würde also rund drei Jahre brauchen, um die erstgenannte dieser Kammern zu füllen.

Gebirgsbewegungen im Gefolge des Abbaues.

A. Arten und Auftreten der Gebirgsbewegungen.

166. — Vorbemerkung. Über die Wirkungen des durch den Abbaubetrieb rege gemachten Gebirgsdruckes innerhalb des Grubengebäudes ist einiges bereits in der Einleitung zum „Abbau" ausgeführt worden; weitere Erörterungen bringt das Kapitel „Gebirgsdruck" im Abschnitt „Grubenausbau" im Band II. Hier braucht daher nur noch auf die Wirkungen des Abbaues auf die Erdoberfläche eingegangen zu werden.

167. — Allgemeiner Verlauf der Bodenbewegungen. Der Verlauf der an den Abbau anschließenden Gebirgsbewegungen ist in erster Linie von dem Verhalten des Gebirges selbst (vgl. die im Abschnitt „Grubenausbau" unterschiedenen Gebirgsarten), in zweiter Linie von dem angewendeten Abbauverfahren, in dritter Linie von der Größe der Hohlräume nach Grundfläche und Höhe abhängig. Außerdem kommen auch die Lagerungsverhältnisse (Einfallen und Mächtigkeit) in Betracht.

Die granit-, sandstein- und steinsalzartigen Gesteine haben als solche Gebirgsarten, die zur Glockenbildung neigen oder die Bildung von Glocken durch den Abbau gestatten, die Plötzlichkeit und Heftigkeit der Wirkungen an der Erdoberfläche gemeinsam, indem die Decke des Hohlraumes, nachdem sie schwach genug geworden ist, mit einem Male und unter mehr oder weniger starken Erschütterungen zu Bruch geht. Diese machen sich auch in der Grube bemerklich und werden im Ruhrkohlenbezirk als „Knälle", anderswo als „Gebirgschläge", „Bergschüsse" oder „Pfeilerschüsse" bezeichnet.

Ist ein derartiges Gebirge massig und fest (gesunder Granit, Steinsalz in mäßigen Tiefen), so können Hohlräume von mäßiger, ja selbst großer

[1]) S. das auf S. 345 in Anm. [2]) erwähnte Werk von Haton de la Goup., Bd. II, S. 332 u. f.

Digitized by Google

Ausdehnung (vgl. Ziff. 165) jahrhundertelang offenstehen bleiben. Ist es dagegen deutlich geschichtet (Sandstein) oder in seiner Festigkeit beeinträchtigt (verwitterter oder durch Störungen klüftig gewordener Granit), so wird die Einwirkung des Abbaues auf die Erdoberfläche nicht so lange auf sich warten lassen. Sie kann aber ausnahmsweise, besonders bei sandsteinartigem Gebirge, das in einzelnen Bänken nachbricht, auch ganz ausbleiben. Da nämlich die in den Hohlraum nachstürzenden Massen einen dem „Schüttungsverhältnis" (Ziff. 87) entsprechenden größeren Raum einnehmen, so können sie das Gewölbe nach und nach ausfüllen. Ist nun die noch anstehende Gesteinsmasse nicht mehr schwer genug, um durch Durchbiegung die hereingebrochenen Blöcke zusammenzudrücken, so kann sie durch diese getragen werden, d. h. der Bruch pflanzt sich nicht bis zur Erdoberfläche fort, er „läuft sich tot" (Abb. 402). Bedingung dafür ist, daß die Teufe nicht zu groß oder der Hohlraum nicht zu ausgedehnt ist.

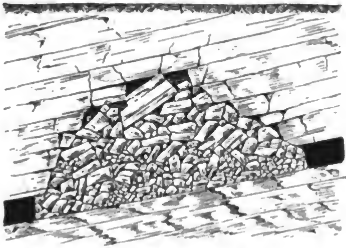


Abb. 402. Bruch mit Ausfüllung durch die hereingebrochenen Massen.

Schiefertonartiges Gebirge verhält sich entgegengesetzt. Die Hohlräume drücken sich in diesem im allgemeinen rasch wieder zu, und die Bewegung pflanzt sich auch bei größeren Teufen rasch (oft schon in einigen Tagen) bis zur Tagesoberfläche fort. Die Größe der Hohlräume bedingt kaum einen Unterschied, da auch eine Bloßlegung des Hangenden auf kleinen Flächen sich an der Oberfläche bemerkbar macht. Der Verlauf der Senkungen ist aber ruhig und gleichmäßig.

Eine Besonderheit des Tonschiefergebirges ist das „Quellen" des Liegenden. Es beruht teils auf dem Nachgeben des Liegenden gegenüber dem auf dieses durch die Lagerstätte übertragenen Drucke des Hangenden, teils auf der aufblähenden Wirkung von Wasser und Luftfeuchtigkeit auf den Tonschiefer.

Besteht, wie das meistens der Fall ist, das Gebirge im Hangenden weder aus sehr milden noch aus sehr festen Schichten, sondern aus Gesteinen von mittlerer Festigkeit, oder wechseln milde und feste Schichten miteinander ab, so werden die Gebirgsbewegungen Mittelstellungen zwischen diesen verschiedenen Möglichkeiten einnehmen. Das ist in der Regel im Steinkohlenbergbau der Fall, wo durchweg Schiefer- und Sandsteinschichten, untergeordnet auch Konglomeratbänke, miteinander wechsellagern. Hier kann z. B. der ruhige Senkungsvorgang in Schieferschichten durch die Brucherschütterungen in den Sandsteinbänken gestört werden; ein Totlaufen eines im Sandsteingebirge entstandenen Bruches kann durch überlagernde mächtige Schieferschichten, die durch Durchbiegung die hereingestürzten Blöcke

Digitized by Google

mehr und mehr zerdrücken, verhindert werden; die erdbebenartigen Zerreißungen von Sandsteinmitteln können durch zwischen- und überlagernde Schiefermittel abgeschwächt werden usw.

168. — Bedeutung der Einbringung von Bergeversatz. Der Abbau mit Bergeversatz bewirkt unter allen Umständen eine Abschwächung der Senkungen. Jedoch ist das Maß seiner Wirkung sehr verschieden.

Zunächst kann in den zur Glockenbildung neigenden Gebirgsarten der Versatz nur dann Senkungen und Erschütterungen ganz verhüten, wenn die Lagerstätte nicht besonders mächtig ist und der Versatz sehr dicht (als Spülversatz) eingebracht wird und sich nur wenig zusammendrücken läßt. In allen anderen Fällen wird er, sofern nicht die Mächtigkeit der Lagerstätte oder der Umfang der Hohlräume sehr gering ist, Brüche im Gebirge und Erschütterungen an der Tagesoberfläche nicht abwehren können. Denn das Hangende trägt sich zunächst selbst, bis dann nach und nach Durchbiegung auftritt, die zu immer stärkerer Zusammenpressung des Versatzes und schließlich infolge der geringen Biegsamkeit der hangenden Schichten zu ihrer Zerreißung unter mehr oder weniger starken Erschütterungen führt.

In tonschieferartigem Gebirge setzt sich das Hangende in einer dem Abbaustoß ständig folgenden „Welle" (s. Abb. 327 auf S. 343) sofort auf den Versatz. Erschütterungen bleiben aus. Das Maß der Senkungen richtet sich nach der Zusammendrückbarkeit des Versatzes. Auch ist die Schnelligkeit, mit der dieser eingebracht wird, wichtig, da vor dem Versetzen bereits je nach der bis dahin verlaufenen Zeitspanne eine mehr oder weniger große Senkung eingetreten sein kann.

169. — Bedeutung der Lagerungsverhältnisse. Der Neigungswinkel einer Lagerstätte beeinflußt die Wirkungen des Abbaues auf die Erdoberfläche, abgesehen von seiner Bedeutung für einen dichten Versatz, auch insofern, als Abbaubetriebe in steil einfallenden Lagerstätten nur ein kleines Gebiet in Mitleidenschaft ziehen, dieses aber stark senken werden, wogegen bei flacher Lagerung schwächere, aber weiter ausgedehnte Senkungen auftreten.

Große Mächtigkeiten sind ungünstig, weil dann der Abbaustoß nur langsam vorrückt und dem Gebirge Zeit zum Durchbrechen läßt, auch beim Abbau mit Versatz dessen Zusammendrückung verhältnismäßig starke Bewegungen gestattet. Dagegen ermöglicht eine Verteilung des Mineralvorrats auf eine größere Anzahl geringmächtiger Lagerstätten einen rasch fortschreitenden Verhieb, dessen Wirkungen sich in erwünschter Weise über größere Flächen und Zeiträume gleichmäßig verteilen.

170. — Allgemeine Beobachtungen über die Senkungsvorgänge an der Erdoberfläche[1]). Von vornherein ist hervorzuheben, daß nicht

[1]) Näheres s. in den nachstehenden Abhandlungen: Zeitschr. f. d. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes. 1897, S. 372; Janssen: Über die Einwirkung des unter Mergelüberdeckung geführten Steinkohlenbergbaues auf die Erdoberfläche im Oberbergamtsbezirk Dortmund; — daselbst 1907, S. 324 u. f.; Hausse: Von dem Niedergehen des Gebirges beim Kohlenbergbau usw.; — Glückauf 1909, Nr. 25, S. 865 u. f.; Nr. 40, S. 1442 u. f.; Korten: Der Einfluß des Bergbaues auf die Straßenbahngeleise und seine Bekämpfung; — daselbst 1913, Nr. 10, S. 353 u. f.;

Digitized by Google

jeder noch so kleine Abbaubetrieb, falls er in größerer Teufe umgegangen ist, Beschädigungen der Oberfläche zur Folge hat. Anderseits hat sich im Ruhrkohlengebiet wie auch anderwärts herausgestellt, daß bei genügendem Umfang des Abbaues auch größere Teufen eine Fortpflanzung der Bewegungen bis zur Tagesoberfläche nicht ausschließen, da auch die in den bisher größten Teufen umgegangenen Abbaubetriebe auf die Oberfläche eingewirkt haben. Eine „unschädliche Teufe" gibt es also nach diesen Erfahrungen nicht.

Bezüglich der Fortpflanzung der Gebirgsbewegungen nach der Oberfläche hin liegen jetzt zahlreiche sorgfältige Beobachtungen vor, auf Grund deren sich die Ergebnisse der Abbauwirkungen einigermaßen erfassen lassen. Insbesondere ist unsere Kenntnis der Bewegungsvorgänge wesentlich bereichert worden durch den Nachweis söhliger Bewegungen, die man früher außer acht ließ, die aber durch neuere Messungen, nachdem bereits 1901 Landmesser Overhoff in Bochum[1]) darauf aufmerksam gemacht hatte, in teilweise bedeutender Stärke festgestellt worden sind. Rothkegel hat z. B.[2]) söhlige Verschiebungen bis zu 3 m und Längenänderungen bis zu 8 % beobachtet, und Nieß führt[3]) u. a. Seitenverschiebungen bis zu 8 m an. Auch in Schächten hat man Seitenbewegungen von größerem Ausmaß vielfach festgestellt und verschiedentlich deren Richtungswechsel infolge der Annäherung und Entfernung der einzelnen Abbaubetriebe beobachtet[4]). Diese Seitenbewegungen sind eine Folge der Senkungen und sind nach dem Innern der Senkungsgebiete hin gerichtet. Da sie irgendwo einen Ausgleich finden müssen, so ergibt sich aus ihnen die Folgerung, daß in den Erdschichten an der Oberfläche teils Zusammenstauchungen und teils Dehnungen eintreten müssen. Diese Erscheinungen sind tatsächlich durch zahlreiche Beobachtungen nachgewiesen worden und haben zur Unterscheidung von Pressungsgebieten und Zerrungsgebieten geführt, die zuerst von Korten klar erkannt und in dem auf S. 426 in Anm. [1]) angeführten Aufsatze in ihrer Bedeutung gewürdigt worden sind.

Hiernach ergibt sich für die Wirkung von Abbaubetrieben in mäßigen und größeren Teufen das durch Abb. 403 veranschaulichte Bild. An der Oberfläche entsteht eine je nach der Mächtigkeit der abgebauten Lagerstätten und je nach der Art des Abbaues — ohne Bergeversatz, mit Handversatz oder mit Spülversatz — verschieden tiefe Senkungsmulde, deren Ränder mit zunehmender Teufe des Abbaues immer weiter über die Ränder des Abbaugebietes hinausgreifen. Die Senkungen sind in der Mitte der Mulde am stärksten. Die

Eckardt: Die mechanischen Einwirkungen des Abbaues auf das Verhalten des Gebirges; — daselbst 1914, Nr. 12, S. 449 u. f; Eckardt: Der Einfluß des Abbaues auf die Tagesoberfläche; — daselbst 1920, Nr. 1, S. 1 u. f.; Dr. Lehmann: Bewegungsvorgänge bei der Bildung von Pingen und Trögen; — Kolbe, Translocation des Deckgebirges durch Kohlenabbau usw, (Oberhausen, Kühne), 1903; — Goldreich: Die Theorie der Bodensenkungen in Kohlengebieten, (Berlin, Springer), 1913.

[1]) Mitteil. a. d. Markscheiderwesen 1901, S. 43.

[2]) Zeitschr. f. Vermessungswes. 1903, Bd. 32, S. 217; Rothkegel: Über Verschiebungen von trigonometrischen Punkten usw.

[3]) Glückauf 1909, Nr. 22, S. 764; Nieß: Die Ursachen des außergewöhnlich hohen Gebirgsdruckes usw.

[4]) Glückauf 1921, Nr. 44 u. f, S. 1057 u. f.; Dr.-Ing. Marbach: Einwirkungen des Abbaues auf Schächte im Ruhrbezirk und Maßnahmen dagegen.

Digitized by Google

durch den Abbau ausgelösten Gebirgsbewegungen führen zur Ausbildung der Pressungs- und Zerrungsgebiete, die mit dem Abbau wandern und von denen gemäß Abb. 403*a* das Pressungsgebiet über dem Abbau liegt, das Zerrungsgebiet über seinen Rand hinausgreift. In Abb. 403*a* sind die in beiden Gebieten eintretenden söhligen Bewegungen der Größe nach dargestellt.

Zeitlich ist der Verlauf im allgemeinen so, daß die Senkungen über der Mitte des Abbaugebietes zuerst eintreten und sich dann je nach der Tiefe des Abbaues und der Beschaffenheit des Gebirges mehr oder weniger schnell nach den Rändern hin fortpflanzen.

Die Begrenzung des Senkungsgebietes wurde früher durch die Bruchwinkel bestimmt. Man verstand darunter die (mit einer söhligen Ebene

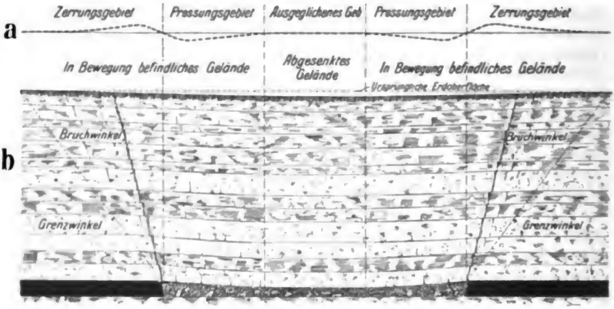


Abb. 403*a* und *b*. Darstellung einer Senkungsmulde mit den an ihren Rändern auftretenden söhligen Bewegungen.

gebildeten) Winkel, nach denen sich die über den Rand eines Abbaugebietes hinausgreifenden Brucherscheinungen bis zur Erdoberfläche fortpflanzen. Nach den Beobachtungen für den Ruhrkohlenbezirk beispielsweise ergaben sich folgende Bruchwinkel:

1. im Steinkohlengebirge:
   a) an der unteren Abbaugrenze:
      bei flacher oder mäßig geneigter Lagerung 75°,
      bei einem Fallwinkel von etwa 35° an aufwärts 55°,
   b) an der oberen Abbaugrenze: 75°,
   c) im Streichen nach beiden Seiten hin: 75°;
2. im Deckgebirge:
   a) im Kreidemergel: 70°,
   b) in schwimmenden und rolligen Massen: 30°—40°.

Jedoch unterschied bereits Wachsmann[1]) außerhalb des Bruchgebietes noch ein Senkungsgebiet, innerhalb dessen er eine Durch-

[1]) Zeitschr. d. Oberschles. Berg- u. Hüttenmänn. Vereins 1900, Augustheft, S. 313 u. f.; Wachsmann: Über die Einwirkung des oberschlesischen Steinkohlenbergbaues auf die Oberfläche.

Digitized by Google

biegung der Schichten beobachtete und dessen Ränder sich, von den Abbaurändern aus gerechnet, um etwa 10—15° weiter nach außen erstreckten

In Abb. 403 ist nach Dr. Lehmann der „Bruchwinkel" und der „Grenzwinkel" unterschieden; ersterer ist der Winkel, unter dem, vom Abbaurande aus gerechnet, die stärksten Zerrungswirkungen an der Erdoberfläche auftreten, letzterer der Winkel, unter dem die letzten Spuren der Bewegung die Oberfläche erreichen.

In jedem Falle folgt aus dem Übergreifen der Abbauwirkungen nach außen hin, daß mit zunehmender Tiefe des Abbaues das zugehörige Senkungsfeld an der Oberfläche immer größeren Umfang annimmt und die zu einem rechteckigen Abbaugebiet gehörende gesenkte Scholle eine umgekehrte, abgestumpfte, vierseitige Pyramide darstellt. Infolgedessen steht bei großen Teufen eine bedeutend größere Gebirgsmasse zur Ausfüllung der Hohlräume zur Verfügung als bei geringen Tiefen; das Maß der Senkung über Tage wird also um so geringer, je größer die Tiefe ist, in der abgebaut wird.

171. — Der Verlauf der Bewegungen im Gebirgskörper. Über die Gesetze, nach denen die Abbauwirkungen sich durch den Gebirgskörper nach oben und nach den Seiten hin fortpflanzen, gehen die Ansichten noch auseinander. Es stehen sich im großen und ganzen die Bruchtheorie und die Durchbiegungstheorie gegenüber. Nach der Bruchtheorie, die insbesondere von Hausse und Goldreich vertreten wird, bricht das Gebirge über dem Abbau zunächst an annähernd seigeren Begrenzungsebenen herein, worauf dann die Seitenwände dieser Senke unter einem mehr oder weniger dem natürlichen Böschungswinkel angenäherten Winkel nachbrechen. Die Biegungstheorie, für die namentlich Eckardt eintritt, rechnet nur für die liegendsten Schichten und nur bei stärkeren Senkungen mit einem Zubruchgehen in die Hohlräume hinein, nimmt dann aber eine Ausfüllung dieser Räume durch die Auflockerung der hereingebrochenen Massen (vgl. Abb. 402) und infolgedessen für die hangenderen Schichten, die auf diesen Trümmern Auflage finden, nur noch eine Durchbiegung an.

Im allgemeinen lassen die beobachteten Vorgänge an der Erdoberfläche in den größeren deutschen Steinkohlenbergbaugebieten sich besser mit der Biegungstheorie in Einklang bringen. Insbesondere sprechen für diese die Pressungs- und Zerrungserscheinungen, das teilweise sehr rasche Fortschreiten der Senkungen und die Tatsache, daß die Erdrisse in den Zerrungsgebieten nach unten hin verschwinden. Jedoch können in einem Gebirge, das nicht aus wechsellagernden Schichten von entgegengesetzten Eigenschaften besteht und von einem ausgleichenden Deckgebirge überlagert, sondern einheitlich aufgebaut ist, auch die Brucherscheinungen stärker hervortreten.

172. — Bergschäden. Die bei dem geschilderten Verlauf der Senkungen an den Gebäuden und sonstigen Anlagen auf der Erdoberfläche durch die Bodenbewegungen hervorgerufenen Beschädigungen können durch einfache Senkung, durch Schiefstellung und durch söhlige Zug- und Stauchwirkungen (Zerrungen und Pressungen) entstehen. Geht der Abbau unter festen und spröden Schichten um (Sandstein, Sandschiefer, Konglomerat

Digitized by Google

u. dgl.), so können auch durch plötzliches Aufreißen von Bruchspalten erdbebenartige Erschütterungen eintreten [1]).

Einfache Senkungen sind, wenn nicht etwa mit Erschütterungen verbunden, für kleine Gebäude meist unschädlich, und auch größere Bauwerke können solche Senkungen ohne erhebliche Beschädigungen mitmachen, wenn diese einigermaßen gleichmäßig verlaufen. Je umfangreicher allerdings ein Gebäude ist, um so schwieriger wird die gleichmäßige Senkung und um so größer werden dann die im Gefolge der Senkung auftretenden Beschädigungen und Betriebstörungen. Dagegen sind Wasserläufe mit geringem Gefälle auch gegen geringfügige Senkungen wegen der dadurch veranlaßten Vorflutstörungen und Versumpfungserscheinungen bereits sehr empfindlich. Auch Kanäle und Eisenbahnen leiden unter mäßigen Senkungen, wenn nicht besondere Vorsichtsmaßregeln getroffen werden.

Schiefstellungen treten (vgl. Abb. 404) nach den Rändern der Senkungsmulden hin auf und machen sich besonders ungünstig bemerkbar bei Maschinen- und Dampfkesselanlagen, Eisenbauwerken u. dgl.

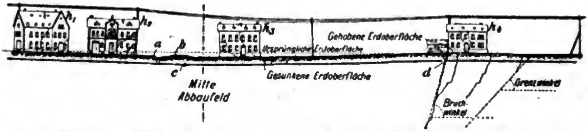


Abb. 404. Abbauwirkungen in Pressungsgebieten (links) und Zerrungsgebieten (rechts).

In Zerrungsgebieten (s. d. Abb. 404 rechts und ganz links) treten auf: Erdrisse, breite und steil geneigte Risse in Häusern (h_1 u. h_4) und Mauern, Erweiterung der Stoßfugen bei Straßenbahnen, Auseinanderziehen von Rohrleitungen (*d*). Die Bewegung in den Pressungsgebieten dagegen (s. d. Abb. 404 links) kennzeichnet sich durch schrägstehende Bordsteine (*a*), Mauer- und Pflasterstauchungen (*b*), flachgeneigte oder wagerechte Häuserrisse (h_2 u. h_3), Übereinanderschieben von Treppenstufen, Torflügeln usw., Schienenpressungen, die bis zum plötzlichen Ausspringen von Schienen führen können, Rohrbrüche durch Stauchung (*c*) u. a. Im allgemeinen sind die Anlagen an der Erdoberfläche um so empfindlicher gegen derartige söhlige Bewegungen, je fester sie mit dem Erdboden verbunden sind. So leiden z. B. Straßenbahngeleise mehr durch diese Seitenkräfte als Eisenbahngeleise.

173. — Tagebrüche. Von den vorstehend besprochenen Senkungsmulden sind die tiefen und scharf abgegrenzten Senkungsgebiete zu unterscheiden, die als Tagebrüche bezeichnet werden. Sie treten in erster Linie beim Abbau mächtiger, flachgelagerter Flöze auf. Der Abbau von geringmächtigen Flözen kann solche Brüche dann zur Folge haben, wenn das Einfallen so steil ist, daß das Hangende in sich selbst zusammen-

[1]) Glückauf 1895, Nr. 22, S. 359 u. f.; Dr. Cremer: Erdbeben und Bergbau. — Techn. Blätter 1912, Nr. 28, S. 217; Willing: Die Gebirgschläge im Flöz „Neuflöz" im Bezirk des Bergreviers Dortmund I usw.

Digitized by Google

bricht (Abb. 405 *a*) oder wenn unter dem Deckgebirge in steilstehenden Flözen Sicherheitspfeiler stehengeblieben sind, die später durch den beim Abbau entstehenden Gebirgsdruck zerdrückt und zum Abrutschen gebracht werden (Abb. 405 *b*). In beiden Fällen entstehen tiefe Auskesselungen. Derartige Brüche können auch noch bei Vorhandensein eines Deckgebirges eintreten, solange dessen Mächtigkeit unterhalb einer gewissen Grenze (für den Kreidemergel des Ruhrbezirks z. B. etwa 60 m) bleibt.

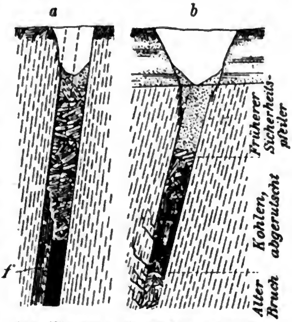


Abb. 405 *a* und *b*. Tagebrüche bei steiler Lagerung.

174. — Wasserentziehung. Eine mittelbare Wirkung des Abbaues ist die Wasserentziehung, indem wassertragende Schichten zerrissen oder in anderer Weise dem Grundwasser Abzugwege nach unten eröffnet werden[1]).

Die wichtige Frage, ob die Wasserentziehung aus Sand- oder Kiesschichten eine Schrumpfung dieser Schichten bewirkt, ist zu verneinen[2]), da schon im wasserdurchtränkten Zustande solcher Ablagerungen ihre einzelnen Teilchen sich so dicht wie möglich zusammengedrängt haben und sich infolgedessen berühren, so daß das Wasser lediglich ihre Zwischenräume ausfüllt und seine Entfernung an dem Zustande der Ablagerung nichts mehr ändert.

B. Maßnahmen zur Verhütung oder Abschwächung der Gebirgsbewegungen und ihrer Folgen.

175. — Die Sicherheitspfeiler. Vorbemerkung. In solchen Fällen, in denen die Abschwächung der Gebirgsbewegungen durch das Einbringen von Versatz oder durch den Abbau mit Bergfesten mit und ohne Versatz nicht als ausreichend erscheint, hat man früher in großem Umfange besondere Sicherheitspfeiler in der Lagerstätte anstehen lassen. Und zwar sind dabei zu unterscheiden solche, die wegen des Bergbaubetriebes selbst stehenbleiben, und solche, die wichtige Gegenstände an der Erdoberfläche schützen sollen.

176. — Sicherheitspfeiler für den Grubenbetrieb. Dem Schutz der Grubenbaue dienen zunächst die Markscheide-Sicherheitspfeiler. Sie sollen eine Gefährdung des Bergwerks durch Wasserdurchbrüche von

[1]) Näheres hierüber s. Glückauf 1913, Nr. 7, S. 237 u. f.; Kegel: Ein Beitrag zur Frage der Bergschäden durch Wasserentziehung.

[2]) Zeitschr. d. Oberschles. Berg- u. Hüttenmänn. Ver. 1902, Februarheft, S. 26; Bernhardi: Über die Einwirkung des oberschlesischen Steinkohlenbergbaues auf die Oberfläche. — Glückauf 1901, Nr. 28, S. 601 u. f.; Gräff: Verursacht der Bergbau Bodensenkungen durch die Entwässerung wasserführender diluvialer Gebirgschichten?

Digitized by Google

Nachbargruben her ausschließen und außerdem gefährliche Störungen der Wetterführung durch Durchdrücken schädlicher Gase aus angrenzenden alten Bauen oder frischer Wetter in diese verhüten.

Ferner gehören hierher diejenigen Sicherheitspfeiler, die, wie der für den nördlichen Ruhrbezirk vorgeschriebene Mergelsicherheitspfeiler, die Wasser des Deckgebirges von den Grubenbauen fernhalten sollen.

Als Stärke dieser Sicherheitspfeiler wird im Ruhrbezirk eine solche von 20 m (von der Markscheide aus nach jeder Seite söhlig, von der Mergelgrenze aus seiger gemessen) für ausreichend erachtet.

Eine größere Bedeutung für den Grubenbetrieb haben auch die Schachtsicherheitspfeiler. Bei ihrer Bemessung muß man den Bruchwinkeln Rechnung tragen und den Schachtsicherheitspfeiler den Bruchgesetzen entsprechend nach unten hin stärker werden lassen (Ziff. 170, vgl. die Abbildungen 271 u. 272 auf S. 284). Diese Zunahme der Ausdehnung muß überdies bei nicht ganz flachem Einfallen nach der Seite hin, von wo die Flöze nach dem Schachte hin einfallen, entsprechend größer sein.

177. — Sicherheitspfeiler für die Erdoberfläche. Ebenso wie die Schachtsicherheitspfeiler müssen auch die zur Schonung von Tagesgegenständen bestimmten Sicherheitspfeiler nach dem Verlauf der Bruchwirkungen bemessen werden, wobei man der Sicherheit halber noch einige Meter nach jeder Seite hin zugeben wird. Die Frage, welche Bauwerke u. dgl. in dieser Weise zu schützen sind, wird sich einerseits nach dem durch die Aufsichtsbehörde zu vertretenden öffentlichen Interesse, anderseits nach wirtschaftlichen Erwägungen beantworten. In ersterer Hinsicht kommen solche Anlagen in Betracht, die für die Allgemeinheit Wert haben, wie Kirchen, Museen, Krankenhäuser, geschlossene Ansiedelungen, Wasser-, Gas- und Elektrizitätswerke, Kanalschleusen, Friedhöfe u. dgl. Die Berücksichtigung des wirtschaftlichen Gesichtspunktes läuft einfach hinaus auf eine Berechnung derjenigen Verluste, die sich bei Anstehenlassen der Sicherheitspfeiler als entgangener Gewinn ergeben würden, und derjenigen Kosten, mit denen die Gewinnung dieser Mineralmengen durch die Mehrkosten eines Abbaues mit Versatz oder durch die notwendigen Vergütungen für Bergschäden aller Art oder durch beide belastet werden würde.

178. — Nachteile der Sicherheitspfeiler; ihr Ersatz durch andere Maßnahmen. Das Anstehenlassen von Sicherheitspfeilern hat schwerwiegende Nachteile im Gefolge. Die in ihnen steckenden Abbauverluste sind sehr erheblich und wachsen zudem bei den Sicherheitspfeilern für Schächte[1]) und Tagesgegenstände rasch mit der Teufe infolge der notwendigen Berücksichtigung der Bruchwinkel. Diese Verluste führen auch zu einer Verteuerung der Mineralgewinnung, da diese rascher nach der Teufe hin vorrückt und damit mit größeren Schwierigkeiten zu kämpfen hat, auch die allgemeinen Kosten sich auf geringere Mineralmengen verteilen. Für den Bergwerksbesitzer liegt also, wenn der Abbau in größere Teufen vordringt, die Versuchung nahe, die Sicherheitspfeiler nicht in vollem Umfange stehen zu lassen. Dann wird

[1]) Technische Blätter 1912, Nr. 27, S. 209 u. f.; Fr. Herbst: Der Schachtsicherheitspfeiler im Steinkohlenbergbau und die Möglichkeit seines Abbaues.

Digitized by Google

aber ihre Schutzwirkung ins Gegenteil verkehrt: Gebäude unterliegen ungleichförmigen Bewegungen, in Schächten erreichen die Bruchwirkungen den oberen, in der Regel wegen des wasserdichten Ausbaues besonders empfindlichen Teil usw.

Der zweite Hauptnachteil der Sicherheitspfeiler ist, daß sie im Gebirge und an der Tagesoberfläche Grate (Markscheidesicherheitspfeiler) oder Tafeln (Sicherheitspfeiler für Schächte und Tagesgegenstände) bilden. Sie bedeuten daher eine Erschwerung und Gefährdung des Betriebes und eine schwere Schädigung der Tagesoberfläche in ihrer Umgebung. Das Gebirge reißt an ihren Rändern ab, wodurch im unterirdischen Betriebe der Gebirgsdruck erhöht und die Gefahr von Wassereinbrüchen nahe gerückt wird, mindestens aber die Zuflüsse und damit die Wasserhebungskosten gesteigert werden. Für den Kohlenbergmann kommt noch die Wärme- und Gasentwickelung und die Brandgefahr[1]) in den mit wachsender Teufe immer mehr überlasteten Sicherheitspfeilern sowie der außerordentlich starke Gebirgsdruck in den diese durchörternden Strecken hinzu. Nach Versuchen von Morin[2]) beträgt die Druckfestigkeit von Kohle vielfach weniger als 50 kg, diejenige von Tonschiefer etwa 170—230 kg je qcm, wogegen schon bei 700 m Teufe ein Gebirgsdruck von 175 kg/qcm allein durch das Gewicht der unmittelbar überlagernden Gebirgsmassen, also ohne Berücksichtigung der von den absinkenden Schichten in der Nachbarschaft des Sicherheitspfeilers auf diesen ausgeübten und in Druck umgesetzten Zugkräfte, erreicht wird. Durch den Abbau der Sicherheitspfeiler mit Versatz wird dagegen der Gebirgsdruck nach einiger Zeit zur Ruhe gebracht, so daß Nieß[3]) diesen Abbau mit Recht geradezu als „Entspannungsverhieb“ bezeichnet.

Über Tage machen sich die Sicherheitspfeiler wegen ihres inselartigen Aufragens besonders für Wasserläufe, Kanäle, Eisenbahnen, Gas- und Wasserleitungen, Stark- und Schwachstromkabel u. dgl. schädlich bemerkbar, so daß der durch sie verursachte Schaden bei größeren Teufen mit entsprechender Zunahme der benachbarten Abbauhohlräume bald größer als ihr Nutzen wird. Für die Schachtsicherheitspfeiler ist insbesondere zu bedenken, daß in der Nachbarschaft der Schächte wichtige und empfindliche Betriebsgebäude, Maschinen- und Kesselanlagen, Rohrleitungen aller Art u. dgl. liegen.

Daher geht man neuerdings mehr und mehr von den Sicherheitspfeilern ab. Dieses Bestreben wird bei den Markscheidesicherheitspfeilern durch die immer zunehmende Vereinigung des Felderbesitzes infolge der Bildung großer Bergwerksgesellschaften unterstützt, wodurch die Markscheiden fortfallen und durch einfache Baugrenzen ersetzt werden. Der Deckgebirgsicherheitspfeiler kann dort angegriffen werden, wo wassertragende Schichten die Grundlage des Deckgebirges bilden, wie das z. B. in der westlichen Hälfte des Ruhrbezirks der Fall ist. Sicherheitspfeiler für Bauwerke und Anlagen

[1]) Vgl. z. B. Sammelwerk Bd. VII, S. 105; — ferner Glückauf 1911, Nr. 46, S. 1789 u. f; Hasse: Der Grubenbrand im Schachtsicherheitspfeiler der Schachtanlage Vondern I/II.

[2]) S. den auf S. 344 in Anm. [3]) angeführten Aufsatz, S. 265.

[3]) Glückauf 1909, Nr. 28, S. 994 u. f.; Nieß: Streckensicherung und Entspannungsverhieb usw.

Digitized by Google

über Tage werden durch zweckentsprechende bauliche Maßnahmen entbehrlich gemacht. Auch der Abbau der Schachtsicherheitspfeiler wird voraussichtlich für tiefe Gruben immer mehr zur Regel werden[1]).

Der Abbau der Sicherheitspfeiler macht entsprechende Maßnahmen unter und über Tage erforderlich. Unter Tage ist der neuzeitlichen Entwickelung der Abbautechnik zu gedenken, die durch das Bestreben gekennzeichnet ist, den Abbau so zu führen, daß die Gebirgsbewegungen soweit wie möglich beschränkt und im übrigen möglichst gleichmäßig gehalten werden. Ein rasch in breiter Fläche vorschreitender Abbau mit unmittelbar folgendem dichten Versatz, auf den das Hangende sich, möglichst bruchlos in flacher „Welle" dem Abbaustoße folgend, legt, ist das angestrebte Ziel. Die dichte Ausfüllung wird durch den Spülversatz, die rasche und gleichmäßige Senkung durch den Abbau mit breitem Blick und geschlossenem Versatz (Schüttelrutschen-, Schräg- und Firstenbau) ermöglicht.

Über Tage hat man in neuerer Zeit gelernt, sich mit den in mäßigen Grenzen gehaltenen Abbauwirkungen abzufinden. Wasserläufe erhalten bereits vor dem zu erwartenden Abbau durch künstliche Regelung ein stärkeres Gefälle. Kanäle werden in den mutmaßlich bei der Senkung zurückbleibenden Strecken von vornherein tiefer eingeschnitten oder für Nachbaggerung vorbereitet; die Brücken werden so gebaut, daß sie nötigenfalls gehoben werden können. Rohrleitungen werden mit Stopfbüchsen versehen, die Längungen und Stauchungen gestatten, und aus Stahl hergestellt. Gebäude werden auf Eisenbeton-Roste oder -Gewölbe gesetzt, kräftig verankert und mit besonders widerstandsfähigen Decken aus Eisenbeton u. dgl. ausgerüstet[2]). Maschinen, Dampfkessel, Kranbahnen u. dgl. werden heb- und senkbar gebaut, um Schiefstellungen ausgleichen zu können; vereinzelt hat man sogar Schwimmbecken von Badeanstalten zum gleichen Zwecke beweglich eingebaut. Fundamente, Mauern u. dgl. werden in Pressungsgebieten mit Entlastungschlitzen zur Aufnahme der Bewegungen versehen usw.

V. Große unterirdische Räume und ihre Herstellung.

179. — Allgemeines. Sollen unter Tage besonders große Räume geschaffen werden, so sind meist besondere Maßregeln erforderlich, um nicht auf einmal zu große Flächen freilegen zu müssen oder doch wenigstens dem dabei rege werdenden Gebirgsdruck wirksam begegnen zu können.

Als solche Hohlräume kommen in erster Linie Füllörter und Maschinenkammern in Betracht, da die sonstigen Räume, wie Pferdeställe, Gezähe-, Sprengstoff-, Verbandstoffkammern u. dgl., keine Schwierigkeiten bieten.

[1]) S. den auf S. 427 in Anm.[4]) angeführten Aufsatz von Marbach; — ferner als Einzelbeispiel Glückauf 1915, Nr. 11, S. 262 u. f.; Meuß: Der Abbau der Schachtsicherheitspfeiler auf der Zeche Consolidation.

[2]) S. auch Bauingenieur 1920, Heft 5, S. 144 u. f.; Dr.-Ing. Mautner: Gebäudesicherung in Bergbau-Senkungsgebieten.

Digitized by Google

180. — Gestalt und Abmessungen. Man wird größere Hohlräume — falls nicht der Gebirgsdruck ganz unerheblich ist — nach Möglichkeit so herzustellen suchen, daß sie nur in einer Richtung eine größere Ausdehnung haben, also in der Höhe möglichst beschränkt und im übrigen lang und schmal sind. Eine solche Gestalt ergibt sich bei Füllörtern und Pferdeställen aus der Natur der Sache, während sie bei Maschinenräumen dadurch ermöglicht werden kann, daß man die Maschinen gestreckt baut und, falls mehrere größere Maschinen aufzustellen sind, diese hintereinander statt nebeneinander einbaut[1]). — Ferner wird man nach Möglichkeit die Längsachse des Raumes in die querschlägige Richtung legen, um den Gebirgsdruck, der durch das Bestreben der einzelnen Gesteinsbänke, auf den Schichtflächen abzuschieben, entsteht, auf die kurzen statt auf die langen Seiten wirken zu lassen. Doch geht das nicht immer: Füllörter z. B. müssen mit der Längsachse dann in der Streichrichtung liegen, wenn der Schacht rechteckigen, gestreckten Querschnitt hat und seinerseits schon quer zum Streichen steht, wie das bei rechteckigen Schächten der Fall zu sein pflegt (vgl. S. 287, Abb. 274 u. 275).

Bei flacher Lagerung tritt dieser Gesichtspunkt zurück. Dafür ergibt sich hier beim Steinkohlenbergbau die Notwendigkeit, auf etwa durchsetzende Flöze Rücksicht zu nehmen, was bei flachem Einfallen wichtiger, aber auch eher möglich ist als bei steilem. Man wird nach Möglichkeit vermeiden, ein Flöz in unmittelbarer Nähe über der Firste oder unter der Sohle des Raumes anstehen zu lassen, weil man dann später mit starkem Drucke zu kämpfen hat. Lieber wird man das Flöz, wenn es in nicht zu großer Höhe über der Firste durchsetzt, mitgewinnen und den Raum etwas höher ausschießen, als unbedingt notwendig wäre oder, falls das Flöz in der Sohle liegt, die größeren Kosten nicht scheuen, die sein Abbau und das Einbringen von Mauerung oder Beton an seiner Stelle verursacht. Die höheren Anlagekosten werden dann bald durch geringere Ausgaben für die Unterhaltung ausgeglichen.

181. — Herstellung großer Räume. Bei der Herstellung solcher großen Räume können hauptsächlich zwei Mittel zur Erleichterung der Arbeit und zur Verhütung von Gefahren angewendet werden, nämlich 1. das Vorgehen in kleinen Abschnitten zur Vermeidung des Bloßlegens größerer Flächen auf einmal und 2. die beschleunigte Nachführung des Ausbaues. Die zu beobachtende Vorsicht muß um so größer sein, je schlechter das Gebirge und je größer der zu schaffende Raum ist.

Hiernach ergeben sich unter Berücksichtigung der beiden eben genannten Gesichtspunkte folgende Verfahren (in der Reihenfolge vom einfachsten zum vorsichtigsten Vorgehen aufgeführt):

1. Herausschießen „aus dem Vollen" mit Ausmauerung nach Fertigstellung des Raumes;
2. Zerlegung der Angriffsfläche in mehrere Absätze, die gleichzeitig firsten- oder strossenbauartig in ganzer Breite vorgetrieben werden; nachträgliche Ausmauerung des ganzen Raumes;

[1]) Vgl. z. B. Glückauf 1917, Nr. 15, S. 316 u. 317; Gaze: Richtlinien für den Bau großer elektrischer Wasserhaltungen mit Zentrifugalpumpen.

Digitized by Google

3. und 4. wie 1. und 2., aber mit unmittelbar folgendem Ausbau;
5. zuerst Gewinnung und Ausmauerung des oberen Teiles, später Hereinschießen und Ausmauern des unteren Teiles;
6. Umkehrung von 5;
7. zuerst Herstellung des Ausbaues am Umfange des Raumes, nachher Hereingewinnung des stehengebliebenen Gesteinskerns im Innern.

An die Stelle der Mauerung tritt heute mehr und mehr der Beton. Namentlich der biegungsfeste Eisenbeton wird für den Ausbau großer Räume vielfach bevorzugt (vgl. den Abschnitt „Grubenausbau" in Bd. II).

Die unter 1. und 2. genannten Verfahren bieten keine Besonderheiten und bedürfen daher keiner weiteren Besprechung. Der Arbeitsvorgang nach 2. erinnert an den Kammerbau im deutschen Kalisalzbergbau.

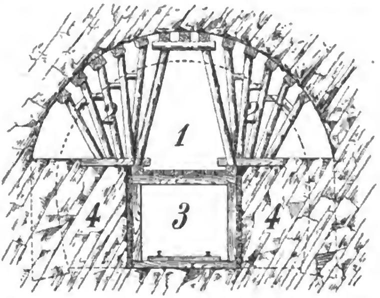


Abb. 406. Ausschießen größerer Räume in einzelnen Abschnitten, in der Reihenfolge von oben nach unten. (Die spätere Ausmauerung ist durch Strichelung angedeutet.)

Läßt man (Verfahren 3. und 4.) den Ausbau unmittelbar auf die Gewinnung folgen, so daß er dem Angriffstoße in geringem Abstande nachfolgt, so geschieht das, um bei schlechtem Gebirge Steinfall aus der Firste zu verhüten. Es wird also, wenn der Stoß in Absätzen vorgetrieben wird, hier erwünscht sein, mit Strossenverhieb vorzugehen und gleich bei der obersten und vordersten Strosse die Firste endgültig abzufangen, was bei Firstenverhieb nicht möglich sein würde. Doch ist ein solches Verfahren, weil die nachrückenden Strossen immer wieder den fertigen Teil der Mauerung unterfangen müssen, umständlich und erfordert große Sorgfalt bei der Ausübung der Schießarbeit, um die Mauer nicht zu beschädigen.

Das Verfahren zu 5. wird durch die Abbildungen 406 und 407 veranschaulicht; es wird auch bei Tunnelbauten vielfach angewandt, wo es als „belgische Methode" bekannt ist. Für kleinere Räume dient das Vorgehen nach Abb. 406[1]), bei dem unter Einbringung einer verlorenen Zimmerung zuerst die Einbruchstrecke *1* vorgetrieben wird, dann die Seitenstrecken *2* auf-

[1]) S. das auf S. 345 in Anm.[2]) erwähnte Werk von Haton de la Goup., Bd. I, S. 720.

Digitized by Google

gefahren werden und darauf das Firstengewölbe eingebracht wird; es folgt dann in ähnlicher Weise der untere Abschnitt mit den Strecken *3* und *4*, in welchen letzteren das Gewölbe durch die Mauerfüße unterfangen wird

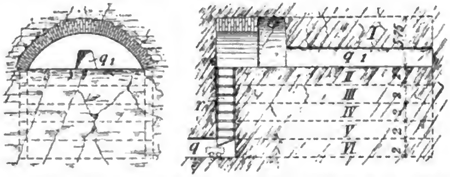


Abb. 407. Ausschießen größerer Räume in einzelnen Scheiben, in der Reihenfolge von oben nach unten.

Größere Räume werden nach Abb. 407 ausgeschossen, indem nach Hereingewinnung des oberen Abschnitts durch Erweiterung von der Einbruchstrecke q_1 aus und nach Herstellung des Firstengewölbes der untere Teil des Querschnitts absatzweise hereingewonnen wird. — Die Bergeförderung nach dem Querschlage *q* hin erfolgt durch ein Rolloch *r*, das auch geneigt hergestellt werden kann.

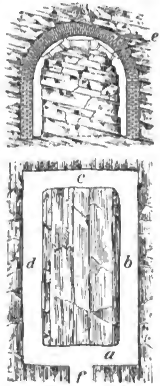


Abb. 408. Herstellung großer Räume mit vorläufigem Anstehenlassen eines Gesteinskerns.

Das Verfahren bietet den Vorteil, daß die stets in erster Linie gefahrdrohende Firste gleich zu Anfang durch den endgültigen Ausbau abgefangen wird. Anderseits erfordert es eine umständlichere Bergeförderung.

Die Gewinnung des unteren Teils vor dem oberen (Verfahren 6.) ermöglicht eine einfache Abförderung der Berge. Die Hauer stehen stets auf dem hereingeschossenen Haufwerk. Ein Abfangen von Mauerwerk ist nicht erforderlich, da das Firstengewölbe nur auf die Seitenmauern gesetzt zu werden braucht. Jedoch kommt dieses Vorgehen, da längere Zeit unter überhängender Firste gearbeitet werden muß, für gebräches Gebirge nicht in Betracht.

Das Verfahren 7. (Abb. 408) kommt bei schlechtem Gebirge zur Anwendung, wo das Bestreben in erster Linie darauf gerichtet ist, zunächst die ganze äußere Begrenzung des Raumes gegen den Gebirgsdruck sicherzustellen. Die Arbeit wird dadurch eingeleitet, daß von dem Querschlag *f* aus an der Umfassungslinie entlang die Gesteinstrecken *a b c d* aufgefahren werden. Diese werden darauf nach oben hin absatzweise immer weiter nachgerissen, damit unter der Firste die Verbindung zwischen beiden Seiten hergestellt und darauf die Mauerung eingebracht werden kann. Ist das Gebirge sehr unzuverlässig, so erfolgt das

Digitized by Google

Nachschießen nach oben hin auf die ganze Höhe gleichzeitig, mit firstenbauartiger Abtreppung der beiderseitigen Stöße und unter unmittelbar nachfolgender Herstellung der Mauerung. Sonst hilft man sich bis zum Einbringen der letzteren durch vorläufiges Abspreizen der Stöße und der Firste gegen den einstweilen stehenbleibenden Gebirgskern. Der letztere wird nachher durch Firsten- oder Strossenbau hereingewonnen, wobei in der Nähe der fertigen Mauerung zu deren Schonung nur kleine Schüsse abgetan werden dürfen.

Werden mehrbödige Füllörter für große Förderungen in dieser letzteren Weise hergestellt, so muß beim Mauern Vorsorge für den späteren Einbau der schweren und dicht zu legenden Holz- oder Eisenträger mit genügender Auflagefläche getroffen werden, deren Einbau einstweilen durch den Gesteinskern verhindert wird. Man legt dann zweckmäßig bei der Hochführung der Stoßmauern Hölzer von genügender Stärke an den entsprechenden Stellen in das Mauerwerk ein, die nach Gewinnung des Kerns herausgerissen werden, um den Trägern Platz zu machen.

Digitized by Google

Fünfter Abschnitt.

Grubenbewetterung.

I. Einleitende Bemerkungen.

1. — Begriffsbestimmungen. Mit dem Ausdrucke „Wetter" werden die in der Grube vorkommenden Gasgemische ohne Rücksicht auf ihre Zusammensetzung bezeichnet. Wenn die Wetter annähernd wie die atmosphärische Luft zusammengesetzt und deshalb für die Atmung gut geeignet sind, so sprechen wir von frischen oder guten Wettern. Sind die Wetter infolge eines zu großen Anteilverhältnisses unatembarer Gase (CO_2, N, CH_4, H) nicht oder doch nur schlecht geeignet, die regelmäßige Atmung zu unterhalten, so heißen sie matte oder stickende Wetter. Führen sie giftige Beimengungen (CO, H_2S, Stickoxyde), so werden sie böse oder giftige Wetter genannt. Besitzen sie infolge Auftretens brennbarer Gase (CH_4, höhere Kohlenwasserstoffe, wie sie besonders bei Grubenbränden als Schwelgase auftreten, CO) die Eigenschaft der Explosionsfähigkeit, so nennt der Bergmann sie wegen der sich schlagähnlich äußernden Wirkung der Explosion schlagende Wetter.

Unter „Grubenbewetterung" versteht man die planmäßige Versorgung der Grubenbaue mit frischer Luft. In ähnlichem Sinne gebraucht man auch die Ausdrücke „Wetterwirtschaft", „Wetterversorgung" oder „Wetterführung".

2. — Zweck der Grubenbewetterung. Der Zweck der Grubenbewetterung ist hauptsächlich:

1. den in der Grube befindlichen Menschen und Tieren die zum Atmen und dem Geleuchte die zum Brennen erforderliche Luft zuzuführen;
2. die in der Grube auftretenden matten, giftigen oder schlagenden Wetter bis zur Unschädlichkeit zu verdünnen und fortzuspülen;
3. in warmen (tiefen) Gruben die Temperatur herabzukühlen.

3. — Luftbedarf für die Atmung. Der Mensch macht in der Ruhe etwa 10—15 Atemzüge in der Minute und atmet in dieser Zeit ungefähr 5—7 l Luft ein und aus. Bei der Arbeit und in Bewegung erhöht sich die Zahl und Tiefe der Atemzüge, so daß ein fleißig arbeitender Mann bis zu 20 l minutlich ein- und ausatmen kann. Bei besonders schwerer Arbeit kann für kurze Zeit der Luftbedarf sogar bis auf 40 l in der Minute steigen. Eine solche Luftmenge würde für die Atmung sicher genügen, wenn es gelänge, sie stets als frische Luft bis zu den Atmungswerkzeugen des Mannes

Digitized by Google

heranzubringen. 1 cbm in der Minute würde alsdann für mindestens 25 Mann ausreichen.

Da aber die ausgeatmete Luft nicht von der einzuatmenden getrennt gehalten werden kann, sondern sich zum Teil immer wieder mit dieser mischt, muß die für einen Mann zuzuführende frische Luft erheblich mehr als 40 l minutlich betragen. Die Erfahrung hat gelehrt, daß auch in solchen Gruben, wo keine anderen Gründe der Wetterverschlechterung als die Atmung vorhanden sind, mindestens etwa 750 l, also ¾ cbm je Kopf und Minute zugeführt werden müssen, wobei das Geleucht des Mannes mit gespeist wird. Besser ist es mit Rücksicht auf Gesundheit und Leistungsfähigkeit der Belegschaft freilich, wenn man auch unter den genannten günstigen Umständen 1—2 cbm vorsieht.

Ein Pferd braucht etwa fünfmal soviel Luft wie ein Mensch.

4. — Auftreten und Beseitigung nicht atembarer Gase in den Grubenwettern. Die atmosphärische Luft, die wir in die Grube führen, behält ihre ursprüngliche Zusammensetzung und Reinheit nicht bei. Schon durch das Atmen der Menschen und Tiere und durch das Brennen der Lampen wird die Luft verschlechtert. Noch erheblicher wirken andere Ursachen: die Fäulnis und Zersetzung von Holz, Kohle, sonstigen organischen Stoffen oder von Mineralien (z. B. Schwefelkies), die Ausströmung von Gasen aus dem Nebengestein, der Kohle oder dem Grubenwasser, die Sprengarbeit, Grubenbrand und Kohlenstaub- oder Schlagwetterexplosionen.

Die Beseitigung aller für die Atmung ungeeigneten oder schädlichen Wetter geschieht stets durch eine bis zur Unschädlichkeit gehende Verdünnung mit frischer Luft und darauf folgende Abführung. Andere brauchbare Mittel gibt es hierfür zurzeit nicht.

5. — Steigerung der Grubentemperatur mit zunehmender Tiefe. Geothermische Tiefenstufe. Das Bedürfnis, die Grubenbaue abzukühlen, macht sich vornehmlich für tiefe Gruben geltend, in denen die starke Wärmezunahme nach der Teufe zu einen regelrechten Betrieb erschweren oder ganz verhindern kann. Die hauptsächlichsten Gründe für diese Wärmezunahme sind 1. die mit der Teufe steigende Gebirgstemperatur und 2. die Wärmeentwickelung infolge Verdichtung des einfallenden Wetterstromes durch den wachsenden Luftdruck.

Die Temperatur der äußersten Erdrinde oder Erdoberfläche ist je nach dem Klima der Gegend, nach Tages- und Jahreszeiten verschieden und wechselt mit der Temperatur der Tagesluft. Dringt man nur wenige Dezimeter weit in die Erdrinde ein, so werden bereits die Schwankungen der Tagestemperatur verschwinden. Wohl aber werden sich hier noch die monatlichen Temperaturschwankungen geltend machen. In etwas größerer Teufe werden auch diese Schwankungen und schließlich selbst diejenigen der Jahrestemperatur nicht mehr merkbar sein. Die Tiefe, in der auch die Schwankungen der Jahrestemperatur völlig ohne Einfluß auf die Gebirgstemperatur bleiben, liegt in unserer Gegend etwa 25 m unter der Erdoberfläche. Wir haben hier die Tiefe der gleichbleibenden Temperatur erreicht. Man nennt sie auch wohl die „neutrale Zone". Die Temperatur in dieser Tiefe beträgt bei uns 9° C und entspricht der durchschnittlichen Jahrestemperatur über Tage.

Digitized by Google

Dringt man tiefer in die Erdrinde ein, so nimmt nach allen bisherigen Feststellungen die Temperatur der Gebirgschichten dauernd, und zwar mehr oder weniger regelmäßig zu. Beim Bergbau, in Tiefbohrlöchern (bei Sperenberg: 1173 m, bei Schladebach: 1748 m, bei Paruschowitz: 2003 m, bei Czuchow: 2239,7 m) und bei Tunnelbauten hat man gefunden, daß im großen Durchschnitt die Temperaturzunahme für je 33 m Teufe 1° C beträgt. Die Temperaturzunahme um je 1° C bildet also Stufen, deren Höhe 33 m ist. Man nennt diese Entfernung die geothermische Tiefenstufe (Erdwärmentiefenstufe).

Die Wärmeverhältnisse der Erdrinde hängen zum Teil aber auch von den örtlichen Bedingungen ab. Namentlich sind die jeweilige Oberflächengestaltung, das Auftreten kalter oder heißer Quellen, die Wärmeleitungsfähigkeit und das Einfallen des Gebirges und die chemischen Vorgänge bei der Mineral- und Gebirgsbildung von Einfluß. Nicht in allen Gegenden und in jedem Gebirge besitzt deshalb die geothermische Tiefenstufe das angegebene Maß. So wird sie z. B. für die Kupfererzgruben am Oberen See in Nordamerika mit 68 m und für die Goldgruben in Transvaal mit 114,2 m angegeben. Umgekehrt sinkt die Tiefenstufe an einzelnen Punkten erheblich unter den Durchschnitt.

Im Steinkohlengebirge findet sich besonders häufig eine geringere geothermische Tiefenstufe. Es hängt dies wohl damit zusammen, daß bei der Verkohlung der Flöze (s. oben, S. 45 u. f.) eine gewisse Temperaturerhöhung eintritt, die nicht immer durch hinreichende Ableitung der Wärme zum Verschwinden gebracht wird[1]). So findet man z. B. im rheinisch-westfälischen Kohlenbezirke eine mittlere Temperaturzunahme von 1° C schon auf 28 m Teufe. Man würde danach eine Gesteinstemperatur von 50° C bei rund 1170 m Teufe zu erwarten haben. Bei den unter sehr mächtigem Deckgebirge bauenden Gruben nimmt die Temperatur sogar noch etwas schneller zu, so daß die Tiefenstufe nur 25 m beträgt[2]).

Für einzelne Saarbrücker Gruben ist die geothermische Tiefenstufe auf nur 21,7 m berechnet worden.

6. — **Die Wechselwirkungen zwischen Gebirgstemperatur und Temperatur des Wetterstromes.** Die Temperatur des einziehenden Stromes unterliegt zu Beginn seines Weges den täglichen, monatlichen und jährlichen Schwankungen der Tagestemperatur. Diese machen sich weit in die Grube hinein bemerkbar und wirken auf die Temperatur des benachbarten Gebirges im Sommer erwärmend und im Winter abkühlend ein. Das bedeutet, daß anderseits der Wetterstrom selbst durch das Gebirge im Sommer abgekühlt und im Winter erwärmt wird. Der die Wetterwege des einziehenden Stromes umgebende Gebirgsmantel, der die Temperaturschwankungen der Wetter mitmacht, kann als Wärmeausgleichsmantel[3]) bezeichnet werden, weil er auf die Temperatur des Wetterstromes einen ausgleichenden Einfluß ausübt. Seiner Wirkung ist es zuzuschreiben, daß in einer gewissen Entfernung von der einziehenden Tagesöffnung die Temperaturschwankungen des Wetterstromes nahezu oder

[1]) Berg- u. Hüttenm. Jahrbuch 1916, Heft 3, S. 171 u. f.; Höfer von Heimhalt: Die geothermischen Verhältnisse der Kohlenbecken Österreichs.

[2]) Sammelwerk Bd. VI, S. 145.

[3]) Glückauf 1923, Nr. 4/5, S. 81 u. f.; Heise und Drekopf: Der Wärmeausgleichsmantel und seine Bedeutung für die Kühlhaltung tiefer Gruben.

Digitized by Google

völlig verschwinden. In der Nähe der einziehenden Tagesöffnung, wo noch die Schwankungen der Tagestemperaturen in voller Höhe zur Wirkung kommen, wird das Gebirge, wenn man die Verhältnisse der äußersten Erdrinde zum Vergleich heranzieht, je nach seiner Wärmeleitfähigkeit bis auf 25 m Entfernung vom Schachte an den Temperaturschwankungen des Wetterstromes teilnehmen können. Je schwächer die Temperaturschwankungen mit wachsender Entfernung von der einziehenden Tagesöffnung werden, umso weniger weit wird der Ausgleichsmantel in das Gebirge reichen. Seine Längenausdehnung findet da ein Ende, wo die jährlichen Temperaturschwankungen sich nicht mehr in erheblichem Maße fühlbar machen. Zwischen 1500 und 2000 m Entfernung von der einziehenden Tagesöffnung wird die Wirkung des Ausgleichsmantels in der Regel schon sehr gering sein. Für tiefe Gruben ist ein kräftig wirkender Ausgleichsmantel erwünscht, weil er die heißesten und die kältesten Temperaturen von den Grubenbauen fernhält.

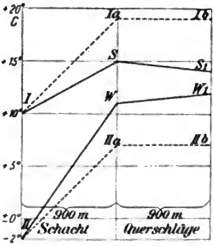


Abb. 409.
Beeinflussung der Temperatur des einziehenden Wetterstromes durch die Verdichtungswärme und den Wärmeausgleichsmantel.

In größerer Tiefe und in genügender Entfernung von der einziehenden Tagesöffnung ist der durch die Wirkung des Ausgleichsmantels auf die Durchschnitts-Jahrestemperatur gebrachte Wetterstrom dauernd kälter als das Gebirge. Dieses wird deshalb in der Nachbarschaft der Strecke abgekühlt, und es bildet sich rasch um die Strecke ein Kältemantel heraus, der seinerseits den Wetterstrom vor weiterer schneller Erwärmung durch das Gebirge schützt.

Der ausziehende, warme Strom hingegen kommt bei seinem Aufsteigen mit wieder kälter werdenden Strecken- oder Schachtstößen in Berührung, bis schließlich seine Temperatur dauernd die des anstehenden Gebirges übersteigt. Es bildet sich dann um die Wetterwege des ausziehenden Stroms ein Wärmemantel, der eine schnelle Abkühlung der Wetter durch das Gebirge verhindert.

7. — **Die Verdichtungswärme und die weiteren Gründe für Temperatursteigerungen der Grubenwetter.** In tieferen Gruben tritt eine nicht unerhebliche Temperatursteigerung dadurch ein, daß die einfallenden Wetter entsprechend dem Luftdrucke in größerer Tiefe verdichtet und hierbei erwärmt werden. Die Steigerung der Temperatur beträgt auf 100 m Tiefe rd. 1° C, so daß der Wetterstrom in einem 1000 m tiefen Schachte, von sonstigen Einflüssen abgesehen, allein schon um 10° durch die Verdichtung erwärmt das Füllort erreicht. Umgekehrt kühlt sich der Wetterstrom beim Wiederaufsteigen auf höhere Sohlen entsprechend seiner Entspannung ab.

Die Wirkung der Verdichtungswärme wird zum Teil durch die Wirkung des Wärmeausgleichsmantels (s. Ziff. 6) verschleiert und umgekehrt, wie dies Abb. 409 veranschaulicht. Die Verdichtungswärme allein würde im Sommer bei einer Eintrittstemperatur der Wetter von beispielsweise + 10° C einen Temperaturverlauf des einziehenden Wetterstroms im Schachte und in den anschließenden Querschlägen nach der gestrichelt gezeichneten Linie

Digitized by Google

I—Ia—Ib und im Winter bei einer angenommenen Eintrittstemperatur von — 2° C die entsprechende Temperaturlinie II—IIa—IIb bedingen. Die Wirkung des Wärmeausgleichsmantels bringt eine Drehung zustande, so daß die Sommerlinie z. B. die Lage I—S—S_1 und die Winterlinie die Lage II—W—W_1 annehmen kann.

Der Wetterstrom kann sich weiter infolge chemischer Vorgänge erwärmen. Manche Steinkohlenflöze neigen (ähnlich wie zu Haufen zusammengebrachtes nasses Heu) zur Selbsterhitzung, die unter Umständen auch zu Grubenbrand führen kann. Dieser Vorgang ist auf die chemische Einwirkung des in der Luft enthaltenen Sauerstoffes auf hierfür besonders empfängliche Kohle zurückzuführen. (Näheres s. in Bd. II unter „Grubenbrände".)

In ähnlicher Weise wie Kohle neigt Schwefelkies zur Sauerstoffaufnahme und Selbsterwärmung. Auf Kalisalzgruben wird durch hygroskopische Salze (z. B. Kieserit und Carnallit) Wasser angezogen und unter Wärmeentwickelung gebunden.

Auch mechanische Umsetzungsvorgänge, insbesondere Gebirgsbewegungen infolge Senkung des Hangenden und die Zertrümmerung des Gesteins bei der Sprengarbeit, machen nicht unerhebliche Wärmemengen frei.

Bisweilen werden mit den Grubenbauen auch warme Quellen angefahren. Das warme Wasser kann der Grube ununterbrochen neue Wärmemengen zuführen, die man nach Möglichkeit durch Ableitung unter Wärmeschutz unschädlich machen sollte.

8. — **Abkühlung der Grubenbaue.** Die Grubenwetter werden durch die natürliche Verdunstung von Wasser abgekühlt. Der Wasserdampfaufnahme von 1 g je cbm Luft entspricht einer Abkühlung von rd. 1,9° C. Mit dieser Kühlung der Wetter ist aber eine unerwünschte Steigerung des Sättigungsgrades (s. Ziff. 13 u. f.) verbunden.

Abkühlend wirkt ferner die aus den Arbeitsmaschinen, Strahldüsen usw. entweichende Druckluft.

Im übrigen sucht man heiße Gruben über das durch die Bewetterung erreichbare Maß hinaus durch künstliche Mittel abzukühlen[1]). Gelegentlich hat man (z. B. in amerikanischen Gruben und im Simplontunnel) Eis in die heißen Baue gebracht. Dietz[2]) hat ein besonderes Verfahren vorgeschlagen, wonach ein Teil der zur Bewetterung dienenden Luft vorher über Tage verdichtet und gekühlt wird, worauf sie sich unter Leistung von Arbeit und Annahme tiefer Temperaturen wieder ausdehnt. Rossenbeck und Rath[3]) sehen Kältemaschinen vor. Arbenz und Junkers wollen die Kühlung durch Rippen-Kühlkörper, die von kaltem Wasser durchflossen werden, bewirken (D. R. P. 298196). Diese Vorschläge sind freilich noch nicht ausgeführt worden. Auf einer südamerikanischen Grube hat man den Wetterstrom im einziehenden Stollen dadurch gekühlt, daß man ihn über wassergekühlte Eisenspiralen

---

[1]) Glückauf 1920, Nr. 21, S. 419 u. f.; Herbst: Über die Wärme in tiefen Gruben und ihre Bekämpfung; — ferner ebenda 1922, Nr. 21, S. 613 u. f.; Winkhaus: Die Bekämpfung hoher Temperaturen in tiefen Steinkohlengruben.

[2]) Dietz: Ist es möglich, die Grubentemperatur vor Ort dauernd unter 28° C zu halten? (Halle, Knapp), 1911.

[3]) Glückauf 1911, Nr. 7, S. 267; Rossenbeck und Rath: Über künstliche Kühlung von Grubenwettern.

Digitized by Google

streichen ließ[1]). Ein neuerer Vorschlag geht dahin, den Wärmeausgleichsmantel (s. Ziff. 6) und damit den einziehenden Wetterstrom entweder durch eine in der kalten Zeit verstärkte Bewetterung oder durch besondere, von Kühlwasser durchflossene Rohrleitungen abzukühlen[2]).

Mit gutem Erfolge hat man einzelne Teilströme durch Anwendung von Wärmeschutzmitteln kühlzuhalten versucht. Auf Zeche Westfalen im Ruhrbezirk und ebenso auf der benachbarten Zeche Radbod hat man die auf der Sohle der Strecke verlegten Wetterlutten in Sägemehl oder Schlackenwolle eingebettet und hierdurch eine wesentliche Kühlwirkung vor Ort erzielt. Auf der letztgenannten Zeche, ferner auf Zeche Sachsen bei Hamm hat man außerdem in Strecken, in denen die Erwärmung der Wetter besonders stark war, die Stöße und die Firste verschalt und den Raum zwischen Verschalung und Gebirge mit Sägemehl oder Flugasche verfüllt. Hierdurch wurde z. B. erreicht, daß in einer 260 m langen Richtstrecke die Temperaturzunahme des Wetterstromes von 6° auf 1° sank[3]).

9. — **Wetterbedarf.** Welcher von den in Ziff. 2 genannten drei Hauptzwecken der Wetterführung der wichtigste ist und die übrigen an Bedeutung überragt, läßt sich von vornherein nicht sagen. Auf Salz- und Erzgruben von geringer Tiefe wird im allgemeinen die Wetterführung genug getan haben, wenn sie dem Sauerstoffbedarf der Menschen, Tiere und Lampen Rechnung trägt. In Schlagwettergruben ist gewöhnlich die völlige Beseitigung der Schlagwettergefahr der wichtigere Teil der Aufgabe und bestimmt die Größe der erforderlichen Wetterzufuhr. Im Oberbergamtsbezirk Dortmund werden im Hinblick auf diese Gefahr in der Regel 3 cbm je Kopf der Belegschaft gefordert. In heißen Gruben wird die Rücksicht auf die Wärme ausschlaggebend.

II. Die Grubenwetter.

A. Die atmosphärische Luft und deren Bestandteile.

10. — **Allgemeines.** Die atmosphärische Luft, die wir in die Grube führen, besitzt in ihren Hauptbestandteilen an den verschiedensten Punkten der Erde eine außerordentlich gleichförmige Zusammensetzung und besteht im wesentlichen aus 21 Raumteilen Sauerstoff und 79 Raumteilen Stickstoff.

Außerdem ist in der atmosphärischen Luft stets Kohlensäure und Wasserdampf enthalten. Der Kohlensäuregehalt kann zu durchschnittlich 0,04 = $^1/_{25}$ % angenommen werden. Der Gehalt an Wasserdampf wechselt stark. Näheres darüber folgt unter „Wasserdampf“, Ziff. 13 u. f.

Andere in der Luft in geringen Mengen vorkommenden Gase (Argon, Helium, Metargon, Neon, Krypton, Xenon) sind in ihrem Verhalten und

---

[1]) Glückauf 1922, Nr. 40, S. 1197 u. f.; Winkhaus: Die Wetter-Kühlanlage der brasilianischen Grube Morro Velho.

[2]) S. den auf S. 441 in Anm. 3 angegebenen Aufsatz von Heise und Drekopf. S. 112

[3]) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes. 1922, S. 25; Versuche und Verbesserungen.

Digitized by Google

ihrer chemischen Trägheit dem Stickstoff sehr ähnlich, so daß sie neben diesem keinerlei selbständige Rolle spielen. In unwesentlichen Spuren können in der Luft ferner Ammoniak, Ozon und Wasserstoffsuperoxyd vorhanden sein.

Luft dehnt sich beim Erwärmen um 1° C wie alle Gase um $^{1}/_{273}$ ihres Volumens bei 0° C aus. Es gilt für sie das Gay-Lussac-Mariottesche Gesetz. Bei 0° und 760 mm Druck ist Luft 773mal leichter als Wasser von 4°; 1 cbm trockene Luft wiegt also unter diesen Verhältnissen 1,293 kg. Für die spezifischen Gewichte der Gase wird dieses Gewicht der trockenen Luft bei 0° und 760 mm Druck als Einheit benutzt.

Als regelmäßige Bestandteile der atmosphärischen Luft bedürfen die in den folgenden Abschnitten aufgeführten Gase einer besonderen Besprechung.

11. — Sauerstoff. Der Sauerstoff (*O*), Atomgewicht 16, hat im Vergleich zur Luft ein spezifisches Gewicht von 1,1. 1 cbm wiegt nämlich bei 0° und 760 mm Druck 1,42 kg. Er ist ein farb-, geruch- und geschmackloses Gas.

Sauerstoff ist der Wärme und Licht spendende, das Leben erhaltende Bestandteil der atmosphärischen Luft. Seine Nutzbarkeit beruht darauf, daß er sich leicht mit vielen anderen Körpern unter Wärmeentwickelung verbindet. Diese Verbindung kann langsam und für das Auge kaum merkbar vor sich gehen (wir sprechen dann von Oxydation oder unter Umständen von Rosten) oder lebhaft unter Flammenerscheinung (wir nennen dies Brennen) oder plötzlich in sehr kurzer Zeit unter starker Hitzeentwickelung (wofür wir den Ausdruck Explosion gebrauchen). Bei der langsamen Oxydation wird ebenso wie beim Brennen oder der Explosion eine gewisse Wärmemenge frei, deren Größe lediglich von Gewicht und Art der die Verbindung eingehenden Bestandteile und der neu entstandenen Sauerstoffverbindungen, nicht von der Schnelligkeit des chemischen Vorgangs abhängt.

In der Grube findet ein lebhafter Verbrauch an Sauerstoff durch die Atmung der Menschen und Tiere, durch das Brennen der Lampen, durch Faulen von Grubenholz und durch allmähliche Oxydation von Kohle und Schwefelkies statt.

Beim Atmen gelangt der Sauerstoff der Luft in die Lunge, wo er in das Blut eindringt und sich lose mit den roten Blutkörperchen verbindet. Von diesen wird er mit dem Kreislaufe des Blutes in den Körper getragen. In den Geweben des Körpers verbindet sich der Sauerstoff unter Bildung von Kohlensäure mit Kohlenstoff, so daß sodann das Blut mit Kohlensäure geschwängert nach der Lunge zurückkehrt. Hier wird die gebildete Kohlensäure wieder ausgeschieden, um mit der Ausatmungsluft aus dem menschlichen Körper zu entweichen. Die Körperwärme wird also durch Oxydation von Kohlenstoff unterhalten, und mit jedem Atemzuge verliert der Mensch Kohlenstoff, der durch Zufuhr von Speisen oder geeigneten Getränken wieder ersetzt werden muß. Der Körper gewinnt dafür an Wärme, und zwar genau soviel, wie der Verbrennung einer gleich großen Kohlenstoffmenge im Feuer entsprechen würde.

In der ausgeatmeten Luft ist durchaus nicht aller Sauerstoff verbraucht, vielmehr enthält diese hiervon noch 17 %. Nur 4 % sind durch

Digitized by Google

Kohlensäure ersetzt, so daß also die Zusammensetzung der Ausatmungsluft mit rund

79 % Stickstoff,
17 % Sauerstoff,
4 % Kohlensäure

anzunehmen ist. Derartige Luft ist für die weitere Atmung ungeeignet, weshalb der Mensch bei längerem Verweilen darin bewußtlos wird und schließlich in Todesgefahr kommt. Er geht in solcher Luft an Sauerstoffmangel zugrunde, ähnlich wie ein Licht oder Feuer in solchem Falle erlischt.

Daß der Sauerstoffmangel in erster Linie maßgebend ist, geht daraus hervor, daß Grubenwetter unter Umständen einen höheren Kohlensäuregehalt, als oben angegeben ist, haben und dennoch für die Atmung brauchbar sein können. Ist z. B. die Kohlensäure nicht durch Atmung entstanden, sondern durch Ausströmen aus dem Gestein oder dem alten Mann in die Grubenwetter gelangt, so können diese wie folgt zusammengesetzt sein:

5 % Kohlensäure,
75 % Stickstoff,
20 % Sauerstoff.

Solche Wetter sind besser atembar als gewöhnliche Ausatmungsluft, weil das Verhältnis des Sauerstoffs zu den unatembaren Gasen (Stickstoff und Kohlensäure) sich wesentlich günstiger stellt. Auch bei der Benutzung von Sauerstoffatmungsgeräten (s. Bd. II, 10. Abschn.) wird öfter Luft mit mehr als 4 % Kohlensäure eingeatmet, die von dem arbeitenden Manne ertragen wird, wenn ein entsprechend erhöhter Sauerstoffgehalt vorhanden ist.

Bei welchem Mindest-Sauerstoffgehalt der Mensch noch leben kann, hängt hauptsächlich von diesem Verhältnis, sodann aber auch davon ab, ob der Mensch sich in Ruhe befindet, sich bewegt oder Arbeit verrichtet. Der ruhende Mensch kommt mit wesentlich weniger Sauerstoff als der arbeitende aus (vgl. Ziff. 3).

Für den Bergmann ist es wichtig, zu wissen, daß er in einer Luft, in der die Grubenlampe bereits zu erlöschen beginnt, zwar noch leben kann, daß aber dann auch die Gefahr für ihn beginnt. Ist die Lampe erloschen, so fehlt jeder Maßstab für die Beurteilung der Luftzusammensetzung. Deshalb ist der Aufenthalt in Räumen, in denen die Lampe nicht mehr brennen will, stets gefährlich. Das Arbeiten an Orten, die wegen des schlechten Brennens der Lampen aus einer gewissen Entfernung beleuchtet werden, ist streng zu verbieten. Daher ist es auch ein erheblicher Nachteil der elektrischen Lampen, daß sie in bezug auf die Luftbeschaffenheit nicht warnen.

In Fäulnis begriffenes Holz nimmt aus der Luft Sauerstoff auf. Das Holz, das selbst aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff besteht, zerfällt dabei in die gasförmige Kohlensäure und in Wasser. Dieser Vorgang wird durch Pilzbildungen, wie sie sich häufig bei mit Feuchtigkeit gesättigter Luft an Grubenholz finden, beschleunigt.

Auch die Kohle selbst unterliegt den Einwirkungen des Sauerstoffs. Er haftet an deren Oberfläche (Adsorption) und dringt in die Poren ein.

Digitized by Google

Dabei findet eine langsame Verbindung zwischen ihm und der Kohle unter Entwickelung von Kohlensäure statt. Die Neigung der verschiedenen Steinkohlen zur Verbindung mit dem Sauerstoff ist verschieden groß. Mürbe, weiche und poröse Kohle verschluckt mehr Sauerstoff als feste und harte, Feinkohle mehr als Stückkohle, Faserkohle mehr als Glanz-, diese mehr als Mattkohle. Flöze, die viel Schwefelkies führen, pflegen der Einwirkung des Sauerstoffs besonders ausgesetzt zu sein, da Schwefelkies selbst durch den Sauerstoff zu schwefelsaurem Eisen umgewandelt wird und hierbei eine Volumenvermehrung eintritt, die die Kohle auseinandertreibt und dem Sauerstoff neue Wege zum Eindringen in die Kohle eröffnet.

Auf Steinkohlengruben pflegt der Sauerstoffverbrauch infolge der Oxydation der Kohle und des Holzes wesentlich größer als derjenige durch das Atmen der Menschen und Tiere zu sein. Man hat z. B. für die Saarbrücker Gruben berechnet, daß $^{16}/_{17}$ der ganzen verbrauchten Sauerstoffmenge auf Rechnung der Oxydation der Kohle und des Holzes zu setzen sind und nur $^{1}/_{17}$ auf diejenige der Atmung von Menschen und Pferden entfällt. (Vgl. Ziff. 19, S. 452.)

Die ursprünglich in der Luft vorhandene Sauerstoffmenge wird somit auf dem Wege durch die Grube zwar allmählich, aber ununterbrochen vermindert. Da anderseits die Grubenwetter durch sonstige, für die Atmung nicht nutzbare Gase vermehrt werden, muß der Prozentgehalt an Sauerstoff im ausziehenden Wetterstrom stets geringer als im einziehenden sein. In der Regel bewegt sich der Sauerstoffgehalt der ausziehenden Wetter zwischen 20 und 21 %. Wetter mit einem auf 19—20 % verminderten Sauerstoffgehalte werden bereits als recht matt empfunden.

12. — Stickstoff. Der Stickstoff (N), Atomgewicht 14, hat ein spezifisches Gewicht von 0,97. 1 cbm wiegt also bei 0° und 760 mm Druck 1,255 kg. Er ist farb-, geruch- und geschmacklos.

Stickstoff ist insofern ein außerordentlich träges Gas, als er ohne chemische Wirkung bei der Atmung bleibt und überhaupt nur schwer chemische Verbindungen eingeht.

Stickstoff findet sich in den Poren einzelner Steinkohlenflöze eingeschlossen und strömt unter Umständen aus diesen aus. Im Ruhrbezirke tritt er jedoch nur selten und in geringen Mengen auf. In Oberschlesien und in Mährisch-Schlesien ist er häufiger. In letzterem Bezirke enthalten die in den Kohlen eingeschlossenen Gase in einzelnen Fällen neben Grubengas und Kohlensäure 30—40 % Stickstoff. Infolge dieses Vorkommens in der Kohle ist Stickstoff in manchen Bläsergasen (s. Ziff. 43, S. 465) zu finden.

Aus Belgien und Frankreich sind auch einige bedeutende Ausbrüche von Stickstoff aus Hohlräumen und Poren des Nebengesteins bekannt geworden[1]).

In Kalisalzgruben findet sich das Gas teils rein, teils vergesellschaftet mit Methan und Wasserstoff auf Klüften, Spalten und eingeschlossen im Salze[2]).

[1]) Haton de la Goupillière: Cours d'exploitation des mines (Paris, Dunod et Pinat), 1911, Band III, 3. Aufl., S. 684.

[2]) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes 1918, S. 238; Gropp: Gasvorkommen in Kalisalzwerken in den Jahren 1907—1917.

Digitized by Google

Schließlich führen die Nachschwaden der meisten Sprengstoffe Stickstoff, wie aus der Zahlentafel auf S. 208 hervorgeht.

13. — **Wasserdampf. Allgemeines.** Der Wasserdampf (H_2O), spezifisches Gewicht 0,62, spielt in den Grubenwettern eine besonders wichtige Rolle.

In einem allseitig geschlossenen, mit trockener Luft erfüllten Gefäße wird eingebrachtes Wasser alsbald bis zu einem gewissen Grade verdampfen. Da Wasserdampf wie jeder Körper Raum einnimmt, so wird in dem geschlossenen Gefäße eine Drucksteigerung eintreten müssen. Den Gasdruck, den der Wasserdampf so erzeugt, nennen wir seine Spannung. Würde das Gefäß nachgiebige Wände besitzen, die bei jeder Druckänderung sich entsprechend verschieben, so würden wir infolge der Verdunstung des Wassers eine Vergrößerung des Gasvolumens feststellen können.

In dem gedachten geschlossenen Raume kann aber nicht beliebig viel Wasser verdunsten. Die Verdunstungsfähigkeit hängt, abgesehen von der Größe des Raumes, allein von der darin herrschenden Temperatur ab.

Wenn die Luft mit Wasserdampf voll gesättigt ist, so enthält 1 cbm:

bei	— 10° . . .	2,2	g	Wasserdampf	mit	2,1	mm Spannung[1])
„	— 5° . . .	3,2	„	„	„	3,1	„ „
„	± 0° . . .	4,7	„	„	„	4,6	„ „
„	+ 5° . . .	6,6	„	„	„	6,5	„ „
„	+ 10° . . .	9,1	„	„	„	9,2	„ „
„	+ 15° . . .	12,5	„	„	„	12,7	„ „
„	+ 20° . . .	16,9	„	„	„	17,4	„ „
„	+ 25° . . .	22,5	„	„	„	23,6	„ „
„	+ 30° . . .	29,8	„	„	„	31,6	„ „
„	+ 35° . . .	39,3	„	„	„	41,8	„ „
„	+ 40° . . .	50,9	„	„	„	54,9	„ „

Die atmosphärische Luft ist aber nur selten voll mit Feuchtigkeit gesättigt. Der Grad der Sättigung ist an verschiedenen Orten und zu verschiedenen Zeiten sehr verschieden. Bei uns pflegt der Sättigungsgrad im Jahresdurchschnitt 75 % der vollen Sättigung zu betragen.

Der Sättigungsgrad der Luft steigt durch Abkühlung. Ist völlige Sättigung erreicht, so schlägt bei weiterer Abkühlung der Wasserdampf sich in Form von Nebel oder in Form von Wasserperlen an den Wänden oder kalten Flächen nieder (Taupunkt). Wird dagegen gesättigte Luft erwärmt, so verliert sie hierdurch ihre Sättigung und wird fähig, weitere Wasserdampfmengen aufzunehmen.

14. — **Messung des Sättigungsgrades.** Den Sättigungsgrad der Luft kann man durch Hygrometer messen. Da solche Instrumente empfindlich und ungenau sind, ist die Benutzung von Schleuderthermometern für den fraglichen Zweck mehr empfehlenswert. Man stellt zunächst mittels eines Thermometers in seinem gewöhnlichen Zustande — also trocken — und sodann mit einem Thermometer, dessen Quecksilberkugel mit einem nassen Leinwandläppchen umwickelt ist, die Temperatur fest. Je größer die Trockenheit der Luft ist, um so lebhafter ist die Verdunstung des

---

[1]) Gemessen in Quecksilbersäule.

Digitized by Google

Wassers und um so stärker die Abkühlung des nassen Thermometers. Ist die Luft mit Feuchtigkeit gesättigt, so zeigen beide Thermometer die gleiche Temperatur an.

Der bei der jeweiligen Temperatur gefundene Unterschied zwischen der Anzeige des trockenen und des nassen Thermometers oder zwischen dem Trocken- und dem Naßwärmegrad gestattet unter Benutzung der folgenden Zahlentafel ohne weiteres einen Rückschluß auf den Sättigungsgrad der Luft.

Das trockene Thermometer zeigt	Das nasse Thermometer zeigt weniger:												
	0°	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°	11°	12°
	Der Sättigungsgrad beträgt in Prozenten												
0°	100	81	63	46	28	12	—	—	—	—	—	—	—
5°	100	86	72	58	45	32	19	6	—	—	—	—	—
10°	100	88	76	65	54	44	34	24	14	5	—	—	—
15°	100	90	80	70	61	52	44	36	28	20	12	5	—
20°	100	91	83	74	66	59	51	44	37	30	24	18	12
25°	100	92	84	77	70	63	57	50	44	38	33	27	22
30°	100	93	86	79	73	67	61	55	49	44	39	34	30
35°	100	94	87	81	75	70	64	59	53	49	44	49	36
40°	100	94	88	83	77	72	67	62	57	53	48	44	40

Durch Unterteilung lassen sich die Zahlen für die zwischen den einzelnen Stufen nicht aufgeführten Thermometergrade leicht ermitteln.

Nach der Zahlentafel entspricht z. B. einer Trockentemperatur von 30° ein Naßwärmegrad der gleichen Höhe bei 100% Sättigung, ein solcher von 24° bei 61% Sättigung und ein solcher von 18° bei nur 30% Sättigung.

15. — **Sättigungsgrad des Wetterstromes in der Grube.** Der Sättigungsgrad der Wetter in der Grube ist zunächst von dem Feuchtigkeitsgehalte der Tagesluft oder des einziehenden Wetterstromes und von der jeweilig in den Grubenbauen vorhandenen Feuchtigkeit abhängig. Im übrigen wird der Sättigungsgrad nach Ziff. 13 durch das wechselnde Maß der Verdichtung und durch die Temperatur beeinflußt. Die beim Einfallen des Wetterstromes in die Grubenbaue entsprechend der größer werdenden Tiefe eintretende Volumenverminderung hat eine Erhöhung und die beim Wiederaufsteigen des Wetterstroms erfolgende Entspannung eine Herabsetzung des Sättigungsgrades zur Folge, ohne daß jedoch die Wirkungen zahlenmäßig von großer Bedeutung sind. Wichtiger ist der Einfluß der Temperatur.

In trockenen, einziehenden Schächten erwärmt sich der Wetterstrom namentlich im Winter (infolge der Wirkung des Ausgleichsmantels, vgl. Ziff. 6) schnell, so daß er häufig am Füllorte mit einem nicht unwesentlich erniedrigten Sättigungsgrade ankommt. Die Temperatur pflegt sodann in den Querschlägen langsam, in den Abbauen schnell zu steigen. Nicht immer hält die Aufnahme neuen Wasserdampfes gleichen Schritt mit dieser Temperatursteigerung, so daß der Sättigungsgrad in einzelnen Teilen des Grubengebäudes weiter zurückgehen kann. Erreicht der Wetterstrom allerdings die höheren, kühleren Sohlen, so wird der Sättigungsgrad schnell steigen. Spätestens im ausziehenden Schachte wird in der Regel die Abkühlung so weit vorgeschritten sein,

Digitized by Google

daß der volle Sättigungsgrad erreicht wird und Nebelbildung eintritt (Regnen in den Schächten). Kühlt sich gesättigte Luft in einem ausziehenden Schachte z. B von 25° auf 20° ab, so werden nach der Tabelle auf S. 448 5,6 g aus je 1 cbm Luft als Regen niederfallen.

Die vielfach herrschende Annahme, daß die Grubenwetter mit Feuchtigkeit voll gesättigt sind, pflegt also nur für den ausziehenden Strom, dagegen nicht allgemein für die sonstigen Grubenbaue zuzutreffen.

Eine Ausnahmestellung nehmen die Kalisalzgruben ein, die sich allgemein durch trockene Wetter auszeichnen. Bei Messungen auf verschiedenen Gruben hat man Feuchtigkeitsgehalte der Luft bis herab zu 14% gefunden[1]).

16. — **Wirkungen des verschiedenen Sättigungsgrades.** Je nach seinem Sättigungsgrade wirkt der Strom in der Grube entweder trocknend oder nässend.

Für das Wohlbehagen und die Arbeitsfähigkeit des Menschen ist ein trocknender Wetterstrom erwünscht. Sind die Wetter bereits voll mit Feuchtigkeit gesättigt, so verdunstet der Schweiß des Arbeiters nicht mehr, und es fällt die mit der Schweißverdunstung verbundene Abkühlung fort. In der Nähe von Grubenbränden hat man bisweilen Arbeiten an Punkten verrichten lassen müssen, wo eine Temperatur von 60—80° C herrschte. Bei solcher Temperatur ist es immerhin möglich, noch einige Minuten zu arbeiten, wofern die Luft trocken ist. Ist sie aber mit Feuchtigkeit gesättigt, so ist die Arbeit schon bei 30° angreifend und bei 35—40° unerträglich. Es tritt alsdann im menschlichen Körper, der selbst eine Temperatur von 36—38° C besitzt, eine das Leben gefährdende „Wärmestauung" ein. Pferde scheinen feuchte Wärme noch schlechter als Menschen vertragen zu können und sind schon bei 32° C in feuchter Luft geringen Anstrengungen erlegen.

Bei Beurteilung der Arbeitsmöglichkeit in hohen Temperaturen ist es also richtiger, den Naßwärmegrad (s. Ziff. 14) statt die mit dem trockenen Thermometer ermittelte Temperatur zugrunde zu legen.

In einem nässenden Strome fault das Grubenholz besonders leicht, und es treten daran Pilzbildungen auf, die unter der ständigen Durchfeuchtung mit Wasserdampf schnell wachsen und wuchern können. Wenn sie aber infolge Umstellung des Wetterzuges von einem trocknenden Strome bestrichen werden, verschwinden sie rasch wieder.

Auch die Wurmkrankheit (Ankylostomiasis) wird in einem nässenden Wetterstrom einen besseren Nährboden finden als in einem trocknenden.

17. — **Austrocknung des Grubengebäudes.** In den meisten Fällen hat die Bewetterung der Grube eine nicht unbeträchtliche Wasserentziehung zur Folge. Es soll angenommen werden, daß die Luft mit der durchschnittlichen Jahrestemperatur — das sind 9° C — und 75% Sättigung in die Grube tritt und diese voll gesättigt mit 20° C verläßt. Es enthält dann der einziehende Strom in einem Kubikmeter 6,45 g Wasser, der ausziehende dagegen 16,9g, so daß jedes Kubikmeter Luft 10,45g Wasser aus der Grube führt.

[1]) Kali 1908, Heft 9, S. 185; Untersuchungen über den Einfluß höherer Wärmegrade auf den Gesundheitszustand der Bergleute in tiefen Kalisalzbergwerken; — ferner Zeitschrift f. Hygiene und Infektionskrankheiten 1910, 65. Bd., S. 485; Rosenthal: Das Grubenklima in tiefen Kalibergwerken usw.

Digitized by Google

Bei 4800 cbm in der Minute sind dies rd. 50 kg oder stündlich bereits 3 t und täglich sogar 72 t oder ebenso viele Kubikmeter.

Im Winter ist die Austrocknung der Grube durch den Wetterstrom stärker als im Sommer, weil die Luft infolge der tieferen Temperatur mit weniger Wasserdampf beladen als im Sommer in die Grube tritt.

In tiefen Gruben ist diese Wasserentziehung wegen der höheren Gebirgstemperatur größer als in flachen Gruben, in denen die Gebirgstemperatur sich mehr der durchschnittlichen Jahrestemperatur nähert. In letzteren wird der Wetterstrom an heißen Tagen in der Grube sogar abgekühlt werden und Wasser in der Grube zurücklassen. Einziehende Stollen z. B. pflegen im Sommer neblig zu sein.

Die Austrocknung der Grube vergrößert die Kohlenstaubgefahr, und zwar nach dem Gesagten im Winter mehr als im Sommer und in tiefen Gruben mehr als in flachen. Durch dauernde Berieselung kann man dieser Gefahr entgegenarbeiten, wobei man allerdings eine oft lästige Steigerung des Sättigungsgrades der Luft in den Kauf nehmen muß.

18. — Kohlensäure. Allgemeines. Die Kohlensäure (CO_2) besitzt ein spezifisches Gewicht von 1,52. 1 cbm wiegt also 1,97 kg. Die Kohlensäure ist ein farb- und geruchloses Gas von schwach säuerlichem Geschmack. Sie ist nicht giftig, sie macht vielmehr z. B. Getränke wohlschmeckend und erfrischend, wirkt aber auf die Atmung immerhin lästiger als z. B. der Stickstoff.

Der Gehalt an Kohlensäure im Wetterstrome nimmt in der Grube fortwährend zu und steigt sehr erheblich über das anfänglich vorhandene Maß von 0,04 %. Nach dem „Sammelwerk“[1]) betrug der Kohlensäuregehalt des ausziehenden Stromes bei 191 überhaupt vorhandenen Schachtanlagen des Ruhrbezirks:

auf	9	selbständigen Schachtanlagen	. . . . .	0,04—0,10 %
„	41	„ „	. . . . .	0,10—0,20 „
„	51	„ „	. . . . .	0,20—0,30 „
„	42	„ „	. . . . .	0,30—0,40 „
„	30	„ „	. . . . .	0,40—0,50 „
„	18	„ „	. . . . .	0,50—0,76 „

Daraus folgt, daß in einzelnen Teilströmen unter Umständen mehr als 1 % CO_2 vorhanden sein wird.

Der Gehalt der Grubenwetter an Kohlensäure wird vermehrt

1. durch das Atmen der Menschen und Tiere und durch das Brennen der Lampen,
2. durch Einwirkung des Sauerstoffs der Luft auf das Grubenholz und die Kohle in den bewetterten Grubenbauen und im alten Mann,
3. durch Ausströmen von CO_2 aus der Kohle oder dem Nebengestein,
4. durch die Sprengarbeit,
5. durch gelegentliche Ursachen, insbesondere durch: Grubenbrände, Schlagwetter- und Kohlenstaubexplosionen, Feuerungsanlagen, Lokomotiven.

[1]) Bd. VI, S. 23.

Digitized by Google

19. — Kohlensäure-Erzeugung durch Atmung und Brennen der Lampen. Da ein fleißig arbeitender Mann etwa 20 l Luft in der Minute ein- und ausatmet und die ausgeatmete Luft 4% Kohlensäure enthält, beträgt die Kohlensäure-Erzeugung eines Arbeiters durchschnittlich nicht über 0,8 l in der Minute. Eine Benzinsicherheitslampe verbrennt in der 9stündigen Schicht 50 g Benzin, wobei durchschnittlich in der Minute nur 0,15 l CO_2 erzeugt werden. Eine offene Öllampe liefert etwa das Zwei- oder Dreifache.

Rechnet man auf 1 Mann 5 cbm Wetter in der Minute, so vermehrt er und seine Lampe den CO_2-Gehalt je cbm um $\frac{0{,}95}{5} = 0{,}19$ l. Nun beträgt aber gemäß der in Ziff. 18 gegebenen Übersicht der CO_2-Gehalt im Ausziehstrome meist 0,1—0,5%, seine Erhöhung gegenüber dem Einziehstrome also 0,6—4,6 l je cbm. Die Kohlensäure im ausziehenden Strome kommt also mit nur 0,19 l aus der Atmung und dem Geleuchte und mit rd. 0,4 bis 4,4 l aus anderen Ursachen.

20. — Kohlensäure-Erzeugung durch Einwirkung des Luftsauerstoffs auf Holz oder Kohle. Die stärkste Kohlensäurequelle fließt aus der Zersetzung des Holzes und der Kohle. In Fäulnis übergegangenes Holz ist den Angriffen des Sauerstoffs der Luft stark ausgesetzt; ebenso dringt der Sauerstoff, wie schon bei der Besprechung dieses Gases gesagt ist, in die Steinkohle selbst ein, und zwar um so leichter, je mehr Oberfläche sie bietet. Als Folge ergibt sich eine zwar langsame, aber andauernde Oxydation und Kohlensäurebildung, die nicht nur in den bewetterten Grubenbauen, sondern auch im alten Mann vor sich geht und dort sogar wegen der fehlenden Bewetterung und unzureichenden Wärmeabfuhr besonders lebhaft sein kann, falls größere Holzmengen oder Kohlenreste zurückgeblieben sind. Die Folge ist, daß gerade solche Gruben einen hohen Kohlensäuregehalt im ausziehenden Wetterstrome aufweisen, die bereits lange im Betrieb befindlich sind und einen weit ausgedehnten, nicht genügend mit dichtem Versatz ausgefüllten alten Mann besitzen. Jüngere, noch in Vorrichtung befindliche Steinkohlengruben sind kohlensäureärmer.

21. — Ausströmung der Kohlensäure aus dem Gebirge. Kohlensäure bildet sich auch bei der Zersetzung pflanzlicher oder tierischer Stoffe unter Luftabschluß, also bei dem Vorgange, den wir mit Verkohlung bezeichnen (s. S. 46, Ziff. 55, Abs. 2). Da die Bedeckung häufig ein Entweichen der bei der Verkohlung sich bildenden Kohlensäure verhindert, werden wir diese in allen Gebirgschichten antreffen können, in denen pflanzliche oder tierische Reste verkohlt sind. Das sind zunächst die Steinkohlenflöze selbst, sodann aber auch nahezu alle übrigen Gebirgschichten. Besonders in Braunkohlengruben, wo die Kohle sich noch im Zustande der „Kohlensäuregärung" befindet, ist auf ein reichliches Ausströmen des Gases in die Grubenbaue zu rechnen. Aber auch in den meist schon im Zustande der „Methangärung" angelangten Steinkohlenflözen und in dem begleitenden Nebengestein findet sich Kohlensäure stets in mehr oder minder großen Mengen eingeschlossen. Die in Westfalen den Kohlenflözen entströmenden Gase enthalten bis zu einigen Prozenten Kohlensäure. Stärkere Kohlensäureausströmungen sind auf einigen Steinkohlengruben Sachsens,

Digitized by Google

in Niederschlesien, im Gardbezirke (Südfrankreich) und in Belgien bekannt geworden. Derartige Kohlensäure-Entwicklungen treten bisweilen plötzlich und unvermutet auf, so daß die Belegschaft zurückgezogen werden muß. Bisweilen trägt die Ausströmung sogar das Gepräge des plötzlichen Gasausbruchs (s. Ziff. 39—42), wobei Kohlenmassen in die Strecke oder die Grubenbaue geschleudert werden[1]). Auch auf Salzgruben, besonders auf Kalisalzwerken, sind plötzliche Kohlensäureausbrüche vorgekommen, die in wenigen Minuten mehrere tausend Kubikmeter Gas geliefert haben[2]). Man ist überhaupt in keinem Gebirge, das Hohlräume besitzt, klüftig oder gasdurchlässig ist, vor Kohlensäure sicher. Häufig entströmt sie unmittelbar dem Erdboden (Dunsthöhle bei Pyrmont, Hundsgrotte bei Neapel, Tal des Todes in Nordamerika). Die Kohlensäure ist auch in dem in den Gebirgschichten vorhandenen Wasser enthalten. Das Wasser verschluckt sie um so mehr, unter je höherem Drucke es steht. Fließt nun das Wasser in Grubenbaue und wird so vom Drucke entlastet, so kann die Kohlensäure entweichen.

22. — **Kohlensäure-Erzeugung bei der Explosion von Sprengstoffen.** Bei der Sprengarbeit entsteht stets Kohlensäure, wie die Zahlentafel auf S. 208 lehrt. Wenn z. B. vor einem Querschlage 20—30 Dynamitschüsse — das sind vielleicht 4—6 kg — gleichzeitig zur Explosion gelangen, so werden die entstehenden Kohlensäuremengen, namentlich im Verein mit den sonstigen Schwaden, vorübergehend wohl lästig fallen können. Für die gesamte Wetterführung der Grube sind aber die Sprenggase ohne Bedeutung, wenn man bedenkt, daß durchschnittlich auf 1000 t Förderung im Ruhrbezirke nur 80 kg Sprengstoffe verbraucht werden und daß 1 kg Sprengstoff insgesamt nur etwa ½ cbm unatembare Schwaden liefert.

23. — **Kohlensäure-Erzeugung durch gelegentliche Ursachen.** Die durch Grubenbrände, Schlagwetter- und Kohlenstaubexplosionen und durch sonstige Ursachen entstehenden Kohlensäuremengen entziehen sich infolge der Unregelmäßigkeit dieser Quellen jeder Rechnung, können aber in einzelnen Fällen außerordentlich beträchtlich sein.

24. — **Gefährdung des Betriebes durch Kohlensäure.** Der Betrieb kann einerseits durch langsame, mehr oder weniger dauernd vor sich gehende Ansammlungen von Kohlensäure an ungenügend bewetterten Punkten und anderseits durch plötzliche Ausbrüche gefährdet werden. Bei langsamer Entwicklung sammelt sich die Kohlensäure wegen ihrer Schwere vorzugsweise an tiefgelegenen Punkten (in Schächten, Abhauen, Gesenken, Brunnen) an, von wo aus sie nur langsam mit der darüberstehenden, reineren Luft diffundiert. An tiefen Punkten, wo sich erfahrungsgemäß leicht Kohlensäure ansammelt, ist Vorsicht namentlich dann geboten, wenn

---

[1]) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes. 1911, Heft 2, S. 175; Laske: Der Kohlensäure-Ausbruch auf dem Steinkohlenbergwerk Kons. Segen-Gottesgrube bei Altwasser usw.; — ferner ebenda 1914, Heft 2, S. 1; Werne und Thiel: Kohlensäureausbrüche beim Steinkohlenbergbau in Niederschlesien, Südfrankreich und Mährisch-Ostrau, (vgl. auch Festschr. z. XII. Allg. D. Bergmannstag, 1913, Bd. VI, S. 98 u. f.).

[2]) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes. 1911, Heft 2, S. 212; Scheerer: Gasvorkommen in Kalisalzbergwerken; — ferner: Kali 1912, Nr. 6, S. 125; Dr. Beck: Über Kohlensäureausbrüche im Werragebiete der deutschen Kalisalzlagerstätten.

Digitized by Google

die Arbeit vorher längere Zeit geruht hat (z. B. nach Sonntagen), weil bei unbewegter Luft die Diffusion langsamer wirkt. Vor dem Hinabsteigen in solchen Arbeitsort ist eine Probe mit der brennenden Lampe zu machen. Erlischt das Geleucht, so ist selbst bei Rettungsarbeiten jedes weitere Vordringen zu untersagen. Beim Fehlen von sonstigen Bewetterungseinrichtungen muß man alsdann durch Fallenlassen von Wasser aus einer Brause, durch Auf- und Niederbewegen umfangreicher, aber leichter Gegenstände oder durch Wedeln die ruhende Luftsäule in Bewegung zu bringen suchen, um die Wirkung der Diffusion zu beschleunigen. Es wird auch empfohlen, Gefäße mit Kalkmilch oder gebranntem Kalk in mit Kohlensäure erfüllte Räume herabzulassen. Doch wird ein Erfolg hierbei nur langsam eintreten.

Sehr häufig sind Rettungsmannschaften durch übereiltes Vorgehen in Abhauen, Gesenken oder Brunnen zu Tode gekommen.

Die Vorsichtsmaßregeln gegen plötzliche Kohlensäureausbrüche sind ähnlich denjenigen, die man gegen plötzliche Grubengasausbrüche anwendet (s. Ziff. 41). Ganz besonders ist darauf zu achten, daß beim Schießen die Leute genügend weit zurückgezogen werden, weil die Kohlensäureausbrüche fast stets und jedenfalls häufiger als die Grubengasausbrüche sich an das Abtun der Schüsse anschließen[1]). Sicherheitskammern (s. d. in Bd. II) können empfehlenswert sein.

B. Die sonstigen, gelegentlich in Grubenwettern auftretenden Gase.

25. — Kohlenoxyd. Allgemeines. Entstehung. Das Kohlenoxyd (*CO*), spezifisches Gewicht 0,97, wiegt 1,255 kg je Kubikmeter. Es ist die niedrigere, also ungesättigte Oxydationstufe des Kohlenstoffs. Das Gas ist deshalb brennbar und verbrennt mit dem Sauerstoff der Luft zu Kohlensäure. Im Gemische mit Luft ist es, wie jedes brennbare Gas, explosibel. Kohlenoxyd ist stark giftig.

In der Grube entsteht Kohlenoxyd namentlich bei Grubenbränden[2]). Die in den Brandgasen vorkommenden Kohlenoxydmengen bilden in jedem Falle eine ernste Gefahr (s. Ziff. 26).

Sodann entsteht bei Schlagwetter- und Kohlenstaubexplosionen Kohlenoxyd, insoweit der Sauerstoff der Luft zur völligen Verbrennung des verfügbaren Grubengases und des Kohlenstaubes insgesamt oder örtlich nicht ausreicht[3]). Bei allen größeren Grubenexplosionen wird man das Auftreten von Kohlenoxyd in den Nachschwaden erwarten müssen.

In geringeren Mengen entsteht Kohlenoxyd bei der Explosion gewisser Arten von Sprengstoffen, namentlich von Sprengpulver. Früher

[1]) S. Anm. [1]) und [2]) auf S. 453.

[2]) Näheres s. Bd. II dieses Werkes, 3. u. 4. Aufl., S. 618 und 619 unter „Brandgase, Brandwetter, Brandgasexplosionen". — Vgl. ferner Glückauf 1921, Nr. 28/29, S. 635 u. f.; Dr. Wein: Die chemische Zusammensetzung der Grubenbrandgase; — ferner Zeitschr. d. Oberschles. Berg- u. Hüttenmänn. Vereins 1910, Dezemberheft, S. 569 u. f.; Knochenhauer: Die Bildung des Kohlenoxydes beim Grubenbrande und die Explosion von Grubenbrandgasen.

[3]) Glückauf 1920, Nr. 48, S. 977 u. f.; Dr. Winter: Die Nachschwaden der reinen Schlagwetterexplosion.

Digitized by Google

lieferten auch gewisse Wettersprengstoffe (z. B. Karbonit, s. S. 208) Kohlenoxyd in größeren Mengen. Zur Zeit sind solche Wettersprengstoffe aber nicht mehr zugelassen.

Die Dynamite liefern, im Gestein verwandt, kein Kohlenoxyd. Wenn man sie aber für die Sprengarbeit in der Kohle benutzt, so läßt sich das gleiche nicht mit derselben Bestimmtheit behaupten. Denn infolge der großen Hitze des explodierenden Sprengstoffs kann der vom Schusse erzeugte Kohlenstaub unter Umständen in die Explosionsverbrennung mit hineingezogen werden und dann zur Erzeugung von Kohlenoxyd Anlaß geben.

Eine gelegentliche Kohlenoxydquelle sind schließlich die Benzollokomotiven, die bei unrichtiger Einstellung des Explosionsgemisches nicht unerhebliche Mengen des Gases liefern können[1]). Eine gute Bewetterung der von den Lokomotiven befahrenen Strecken ist deshalb in jedem Falle notwendig.

26. — Giftigkeit des Kohlenoxyds. Das Kohlenoxyd ist im Gegensatze zur Kohlensäure überaus giftig und um so gefährlicher, als sein Vorhandensein meist erst dann bemerkt wird, wenn die Vergiftung bereits eingetreten ist. Es gibt leider kein Mittel, das Kohlenoxyd leicht und sicher in der Luft zu erkennen. Auch die Lampen geben kein Warnungszeichen, da sie in kohlenoxydhaltiger Luft, die schnell tödlich wirkt, ruhig weiterbrennen. Gelegentlich hat man Mäuse oder Kanarienvögel in Käfigen zwecks Feststellung von etwaigem Kohlenoxyd in verdächtige Grubenbaue mitgenommen, da diese Tierchen etwa zehnmal schneller als Menschen den Wirkungen des Gases unterliegen.

Die giftige Wirkung des Kohlenoxyds auf den Menschen beruht darauf, daß es zu den roten Blutkörperchen eine weit größere chemische Verwandtschaft besitzt als der Sauerstoff. Atmet der Mensch mit der Luft Kohlenoxyd ein, so verbindet sich dieses mit den Blutkörperchen zu einer verhältnismäßig festen chemischen Verbindung. Die Blutkörperchen werden dadurch unfähig, Sauerstoff aufzunehmen und versagen ihren auf S. 445, Ziff. 11, Abs. 4 beschriebenen Dienst. Es gelangt kein Sauerstoff mehr zu den Geweben des Körpers, und dieser selbst geht an Sauerstoffmangel zugrunde. Das Blut eines Erwachsenen kann, wenn sich bei genügend langer Einatmung sämtliche Blutkörperchen mit Kohlenoxyd sättigen, etwa 1,1 l dieses Gases aufnehmen. Der erreichte Grad der Sättigung und die Schnelligkeit, mit der sie sich vollendet, hängt von der in der Atmungsluft vorhandenen Kohlenoxydmenge ab.

Schon eine Luft mit nur 0,1 % Kohlenoxyd genügt bei längerem Aufenthalte darin (2—3 Stunden), um das Blut etwa zur Hälfte mit CO zu sättigen. Eine unmittelbare Lebensgefahr besteht alsdann noch nicht. Es tritt jedoch Ohnmacht ein. In reine Luft gebracht, erholt sich der Mensch leicht, und das Blut scheidet allmählich das Kohlenoxyd als solches wieder aus. Bei Einatmung von reinem Sauerstoff geht die Erholung des Mannes und die Abscheidung des Kohlenoxyds schneller als bei der Atmung in ge-

---

[1]) Glückauf 1918, Nr. 34, S. 529; Dr. Küppers: Über Kohlenoxyd — ferner ebenda 1919, Nr. 26, S. 483; Gunderloch: Maßnahmen zur Beseitigung der Gefährlichkeit des Benzollokomotivbetriebes unter Tage.

Digitized by Google

wöhnlicher Luft vor sich. Bei 0,2 % Kohlenoxyd kann Ohnmacht schon nach 1—1½ Stunden eintreten. Schließlich erfolgt der Tod, falls der Mann nicht bald nach dem Ohnmachtsanfall in frische Luft gebracht wird. Bei 0,4—0,5 % ist die halbe Sättigung des Blutes bereits nach ½ Stunde erreicht, und der Mensch wird ohnmächtig. Bei höheren Prozentsätzen ist der Verlauf schneller.

Die Kohlenoxydvergiftung kündigt sich vor dem Ohnmachtsanfall durch Herzklopfen, Kopfschmerzen und Schwächegefühl in den Beinen an, wenn der Sättigungsgrad des Blutes 25—30% erreicht hat. Diese Anzeichen steigern sich bis zum Eintritt der Ohnmacht (50% Sättigung) allmählich, werden aber erfahrungsgemäß in Augenblicken der Aufregung wenig beachtet. Bei 79% Sättigung des Blutes mit Kohlenoxyd ist eine Wiederbelebung schon nicht mehr möglich, und der Tod ist die sichere Folge. Der Tod selbst erfolgt in der Bewußtlosigkeit und ohne Schmerzen; auch der Ohnmachtsanfall verläuft unter der im Grunde angenehmen Empfindung eintretender Ruhe nach voraufgegangener Ermüdung.

27. — **Behandlung bei Kohlenoxydvergiftungen.** Die Behandlung des von einer Kohlenoxydvergiftung Betroffenen muß einerseits auf die Abscheidung des Kohlenoxyds aus dem Blute des Verunglückten durch frische Luft oder noch besser durch reinen Sauerstoff hinauslaufen und muß anderseits auf die Erhaltung und Wiedererhöhung der gesunkenen Körperwärme hinarbeiten. Man wird also, falls die Atmung aufgehört hat oder auch nur schwach geworden ist, kräftige, künstliche Atmung möglichst unter Zufuhr von Sauerstoff anwenden. Künstliche Erwärmung durch Einhüllen des Verletzten in warme Decken oder durch Anlegen von Wärmeflaschen ist um so nötiger, je mehr die Körperwärme infolge des Sauerstoffmangels bereits gesunken ist.

Die Wiedergenesung verläuft um so langsamer, je mehr das Blut mit Kohlenoxyd gesättigt gewesen ist. In leichten Fällen können einige Stunden zur Gesundung genügen, immerhin pflegt auch dann die Heilung von heftigen Kopfschmerzen, Übelkeit und Erbrechen begleitet zu sein. In schwereren Fällen der Vergiftung bleiben manchmal wochen- und monatelang böse Gesundheitstörungen zurück. Geschwächte Nerven, Beängstigungen, Unregelmäßigkeiten in Puls und Atmung, Muskelzucken und Krämpfe können die Folgen sein.

28. — **Feststellung der Kohlenoxydvergiftung.** Unter Umständen ist es wichtig, festzustellen, ob der Tod infolge Kohlenoxydvergiftung (Betriebsunfall) oder aus einem anderen Grunde, der vielleicht mit dem Betriebe nichts zu tun hat, erfolgt ist. Die sicherste Probe ist diejenige durch Spektralanalyse des Blutes, da Kohlenoxyd nur vom lebenden, nicht vom toten Körper aus dem Blute ausgeschieden wird. Ja man ist sogar in der Lage, das Kohlenoxyd im Blute auf diese Weise noch nachweisen zu können, nachdem die Leiche bereits monatelang im Grabe gelegen hat.

Häufig ist die Kohlenoxydvergiftung schon allein aus der eigentümlichen Rosafärbung des Blutes zu erkennen. Äußerlich sehen die an Kohlenoxydvergiftung Verstorbenen oft so aus, als ob noch Leben in ihnen sei. Während die Lippen und Schleimhäute bei den aus anderer Ursache Ver-

Digitized by Google

storbenen bleich erscheinen, spiegelt hier die hellrote Färbung leicht das schon lange entflohene Leben vor.

29. — Brennbarkeit des Kohlenoxyds. Die Brennbarkeit des Kohlenoxyds und die Explosibilität von Kohlenoxyd-Luftgemischen sind für den Bergmann von keiner Bedeutung. Das günstigste Explosionsverhältnis ist gegeben, wenn 1 Raumteil Kohlenoxyd mit $2\frac{1}{2}$ Raumteilen Luft gemischt ist, d. h. wenn das explosible Gemisch 28,6% Kohlenoxyd enthält. Die unterste Grenze der Explosionsfähigkeit liegt bei 15% CO in dem Gemische. Es ist ausgeschlossen, daß jemals in der Grube derartige explosible Gemische vorhanden sein werden. Wo Brandgase zu Explosionen Veranlassung gegeben haben, dürften Schwelgase die Hauptrolle gespielt haben.

30. — Schwefelwasserstoff. Der Schwefelwasserstoff (H_2S), der ein spezifisches Gewicht von 1,2 besitzt, ist noch viel giftiger als Kohlenoxydgas, ist aber im Gegensatze zu diesem leicht kenntlich an seinem starken Geruch (nach faulen Eiern), der sich bei dem geringsten, für den Menschen noch unschädlichen Prozentgehalte unangenehm bemerkbar macht. Schon 0,07 % H_2S in der Luft rufen schwere Erkrankungen hervor, bei 0,1 % verliert der Mensch bereits binnen kurzem das Bewußtsein und stirbt; 0,25 % genügen, um ein Pferd zu töten. Das Gas ist brennbar.

Es bildet sich bei der Fäulnis organischer Stoffe in Gegenwart schwefelhaltiger Verbindungen. Von Wasser wird es begierig verschluckt, 1 l Wasser nimmt bei 15° 3,23 l Gas in sich auf. Steht das Wasser unter Druck, so ist die verschluckte Gasmenge ähnlich wie bei der Kohlensäure entsprechend größer. Läßt der Druck nach, so entweicht ein Teil des Gases. Auf H_2S muß man besonders beim Anfahren von Wasseransammlungen im alten Mann gefaßt sein. Beim Anzapfen solcher Ansammlungen läßt das ausströmende und verspritzende Wasser den etwa vorhandenen Schwefelwasserstoff zum Teil entweichen. In Westfalen sind vereinzelt hierdurch entstandene Verunglückungen bekannt geworden.

Häufiger kommt H_2S auf Kalisalzgruben vor, wo es im Salze eingeschlossen sich findet und Höhlungen und Klüfte unter Druck erfüllt. Insgesamt gehören Verunglückungen in Gruben durch Schwefelwasserstoffgas zu den Seltenheiten.

31. — Wasserstoff. Das Wasserstoffgas (H), spezifisches Gewicht 0,069, ist ein brennbares, im Gemische mit Luft explosibles Gas. Nach der Formel

$$H_2 + {}^1/_2 O_2 + 2N_2 = H_2O + 2N_2$$

berechnet sich das kräftigste Explosionsgemisch auf 71,4 % Luft und 28,6 % Wasserstoff. Das Gas ist für die Atmung unschädlich und verhält sich der Lunge und dem Blute gegenüber wie Stickstoff.

Auf Steinkohlengruben kommt Wasserstoffgas nur ausnahmsweise vor (s. Ziff. 43, S. 465). Jedoch enthalten es die Schwaden einiger Sprengstoffe (z. B. von Kohlenkarbonit). Auch kann sich Wasserstoff bei Grubenbränden und Explosionen bilden, wenn glühender Kohlenstoff und Wasserdampf aufeinander einwirken (s. S. 474, Ziff. 57, Abs. 6).

Gleichsam auf natürlicher Lagerstätte findet sich das Wasserstoffgas auf Kalisalzgruben. Es ist zuweilen im Salze eingeschlossen und entweicht

Digitized by Google

dann unmittelbar daraus nach Art von Bläsern[1]. Im gashaltigen Salze kann es vorkommen, daß das Bohrmehl durch das entweichende Gas aus den Bohrlöchern geblasen wird. Die Analyse eines solchen Gases auf dem Kaliwerk Leopoldshall ergab 86,4 % Wasserstoff, während der Rest aus Grubengas, Kohlensäure und Stickstoff bestand. Es sind auch einzelne kleine Explosionen auf Kaliwerken vorgekommen, die auf Wasserstoffentwickelung zurückzuführen waren. Wasserstoff ist bedeutend leichter entzündlich als Grubengas, so daß Sicherheitslampen in ihm nicht eine gleiche Sicherheit wie gegenüber Schlagwettern besitzen. Selbst Lampen mit Doppelkorb sind gegenüber Wasserstoff-Luftgemischen nicht sicher.

32. — **Stickoxyd.** Das Stickoxyd (NO und N_2O_3) ist ein gelbroter Qualm, der in der Grube nur dann entsteht, wenn Sprengschüsse auskochen, statt zu explodieren. Näheres hierüber findet sich im dritten Abschnitt auf S. 208 u. 209 unter Ziff. 110. Stickoxyddämpfe wirken reizend und unangenehm beißend auf die Atmungsorgane ein. Der Bergmann empfindet solche Schwaden als „scharf".

Das Gas ist stark giftig. Die Folgen des Einatmens stickoxydhaltiger Sprengstoffschwaden äußern sich in der Weise, daß der Betroffene allmählich zunehmende Kopfschmerzen bekommt, ohne seine Arbeit sofort unterbrechen zu müssen. Unter sich einstellendem Hustenreiz entwickelt sich eine heftige Lungenentzündung, die unter Bluthusten und großen Schmerzen in ein bis zwei Tagen zum Tode führt.

Man muß deshalb die Gase von Schüssen, die ganz oder teilweise ausgekocht haben und sich durch besonders scharfen Geruch und ungewöhnlich große Menge kennzeichnen, nach Möglichkeit meiden. Der betreffende Arbeitsort ist erst nach gründlicher Bewetterung zu betreten.

33. — **Grubengas. Allgemeines.** Grubengas, auch Sumpfgas, leichter Kohlenwasserstoff oder Methan (CH_4) genannt, besitzt das spezifische Gewicht 0,558. Ein Kubikmeter wiegt 0,7218 kg. Das Grubengas ist farb- und geruchlos, brennbar, nicht giftig, trotzdem aber wegen der Erstickungsgefahr nicht ungefährlich. Auf den Steinkohlengruben Preußens sind in den Jahren 1902—1911 13 und in den Jahren 1912—1920 sogar 45 tödliche Verunglückungen durch Erstickung in Grubengas vorgekommen.

In Wasser ist Grubengas nur wenig, jedoch in dem Grade löslich, daß bei Druckentlastung oder Erwärmung des Wassers merkbare Mengen entweichen und beispielsweise gelegentlich Behälter oder Räume der Wasserhaltung erfüllen[2].

34. — **Entstehung und Vorkommen des Grubengases.** Das Grubengas entsteht auch heute noch täglich bei der Vermoderung pflanzlicher Stoffe unter Luftabschluß (Verkohlung), wie dies auf S. 46 in Ziff. 55 im 2. Absatz beschrieben ist. Infolge der Bedeckung der Flöze mit anderen Gebirgschichten kann das Gas nicht entweichen, sondern sammelt sich in der Kohle unter stellenweise hohem Drucke an.

---

[1] Vgl. Kali 1910, Nr. 7, S. 137 u. f.: Erdmann: Zwei neuere Gasausströmungen in deutschen Kalisalzlagerstätten.

[2] Zeitschr. f. d. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes. 1884, S. 237; Baur: Über das Auftreten von schlagenden Wettern in Grubenwassern.

Digitized by Google

Grubengas kann infolge seiner Entstehung in jedem Gebirge auftreten, in dem pflanzliche Reste verkohlt sind. Man hat es daher gelegentlich in den verschiedensten Gebirgsformationen gefunden, z. B. im Buntsandstein, Zechstein (Kalisalzgruben), Jura, Tertiär und anderswo. Auf einzelnen Kalisalzgruben ist es sogar in größeren Mengen aufgetreten. Mehr oder weniger regelmäßig und allgemein verbreitet pflegt es sich aber nur im eigentlichen Steinkohlengebirge zu finden. Aber auch hier führen nicht alle Flöze Grubengas. Z. B. sind die mächtigen Flöze Oberschlesiens in den oberen Schichten der dortigen Kohlenablagerung vollkommen frei davon. Vom Steinkohlengebirge aus dringt das Gas manchmal in Hohlräume und Klüfte des Deckgebirges ein, so daß Vorsicht beim Schachtabteufen geboten sein kann (vgl. Ziff. 43).

Braunkohlen führen nur ausnahmsweise Grubengas, wie z. B. einige böhmische Braunkohlenflöze. Auch am Habichtswalde bei Kassel ist Grubengas in der Braunkohle aufgetreten.

Wenn man den Grubengasgehalt der Steinkohlenflöze in Rücksicht auf die Beschaffenheit der Kohle betrachtet, so sind im allgemeinen die Fettkohlen reicher an Grubengas als die Gas- und Gasflammkohlen, diese wieder reicher als die Magerkohlen. Im einzelnen aber erleidet diese Regel Ausnahmen genug. Schon die Flöze der Fettkohlenpartie selbst verhalten sich hinsichtlich der Grubengasentwicklung außerordentlich verschieden.

Schließlich ist auch der Grubengasgehalt eines einzelnen bestimmten Flözes starken Schwankungen unterworfen, wenn man es in seiner Längserstreckung verfolgt. Flöze, die zutage ausgehen, sind hier vielfach entgast und führen erst in größerer Teufe wieder CH_4. Eine ähnliche Rolle wie die Nähe des Ausgehenden können Klüfte und Spalten spielen. Die Entgasung der Flöze ist vollständiger, wenn das Steinkohlengebirge zutage ausgeht, als wenn es von jüngeren Schichten (Kreide, Buntsandstein) überlagert ist. In diesem Falle führen viele Flöze Grubengas, die ohne Überlagerung schlagwetterfrei oder doch schlagwetterarm sind. Auch die größere oder geringere Durchlässigkeit des Deckgebirges ist von Einfluß. Unter Buntsandstein pflegt die Entgasung weiter als unter Mergelbedeckung vorgeschritten zu sein.

35. — **Gasdruck in der Kohle.** Die schlagwetterführenden Flöze enthalten das Gas unter einem gewissen Überdrucke. Zur Feststellung der Spannung des Gases in der Kohle sind häufig Messungen gemacht worden. Man bohrt zu diesem Zwecke tiefe Löcher in die Kohle und führt in diese ein Gasrohr ein, das an seinem äußeren Ende mit einem Manometer in Verbindung steht. Das andere Ende des Rohres ragt bis in das Bohrlochtiefste. Alsdann wird der zwischen Bohrlochwand und Gasrohr verbleibende Raum fest mit Letten verstampft, wobei nur das Bohrlochtiefste mit der Mündung des Gasrohres frei zu halten ist. Der hier allmählich ansteigende Gasdruck wird, sobald er gleichmäßig bleibt, am Manometer abgelesen. Auf Zeche Hibernia[1]) fand man bei 598 derartigen Messungen in bis zu 10 m tiefen Bohrlöchern einen durchschnittlichen Überdruck von 1,79 Atmosphären, in einem Falle bei 4 m Tiefe sogar einen Druck von 14,6 Atmosphären. Zu-

[1]) Behrens: Beiträge zur Schlagwetterfrage, (Essen, Bädeker), 1896.

Digitized by Google

meist ergaben sich Drücke von 0,5—1 Atmosphäre; in weicher, zerklüfteter Kohle weniger, in dichter und fester Kohle mehr. Im allgemeinen fand man, wie leicht erklärlich, in tiefen Bohrlöchern einen höheren Druck als in weniger tiefen.

In belgischen Kohlengruben sind bei ähnlichen Versuchen Spannungen bis zu 23 Atmosphären, in einem Falle in einem sonst noch unaufgeschlossenen Felde sogar von 42,4 Atmosphären festgestellt worden. Hier hatte man von einem Querschlage aus durch wahrscheinlich undurchlässige Schichten ein unverritztes Flöz angebohrt (Abb. 410), so daß man vermutlich den vollen ursprünglichen Gasdruck festzustellen in der Lage war.

Es kommt vor, daß der Gasdruck innerhalb eines Flözes stark schwankt, ohne daß eine Änderung in der Art und Härte der Kohle äußerlich zu bemerken ist.

Wo das die Kohle begleitende Nebengestein porös oder klüftig ist, wird auch dieses vom Grubengase unter Druck erfüllt.

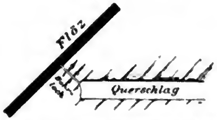


Abb. 410. Gasdruckmessung in einem unverritzten Flöze auf einer belgischen Grube.

36. — Übertritt des Grubengases in die Grubenbaue. Der Übertritt des Gases aus der Kohle oder dem Gestein in die Grubenwetter erfolgt, sobald hierzu die Möglichkeit durch Aufschließung der das Gas enthaltenden Schichten gegeben ist. Der Übertritt geht vor sich:

1. durch regelmäßiges Ausströmen aus der Kohle oder dem Nebengestein,
2. durch plötzliche Gasausbrüche,
3. durch Bläser.

Außerdem bedarf

4. der Übertritt des Grubengases aus dem alten Mann in die Grubenbaue einer besonderen Besprechung.

37. — Das regelmäßige Ausströmen des Gases. In der Regel findet die Entgasung der Kohle durch ununterbrochenen, allmählich abnehmenden Ausfluß des Gases statt, wie dies bei einem unter Druck in der Kohle enthaltenen Gase von vornherein zu erwarten ist. Die Schnelligkeit des Gasaustritts ist bald größer und bald geringer und hängt von dem Gasdruck, von der Art der Kohle und der Zeitdauer seit dem Beginn der Entgasung ab. Es wäre zwecklos, Formeln für die Ausflußgeschwindigkeit des Gases aus der Kohle — etwa berechnet nach dem Gasdrucke — aufstellen zu wollen, da derartige verwickelte Vorgänge sich nicht in eine Formel bringen lassen. In jedem Falle erfolgt aber die Gasausströmung im unverritzten Felde, also bei der Vorrichtung, sehr viel lebhafter als einige Zeit später beim Abbau. Man kann rechnen, daß auf jede Tonne fallender Kohle bei den Vorrichtungsarbeiten vier- bis fünfmal soviel CH_4 ausströmt wie beim eigentlichen Abbau, wo das Feld von dem Hauptgasdrucke bereits befreit ist. (Siehe S. 469, Ziff. 48.)

Die Entgasung der Kohle ist oft durch das Gehör wahrnehmbar. Unter der Wirkung des ausströmenden Gases springen nämlich kleine Kohlenteilchen mit einem knisternden Geräusch ab. Der Bergmann sagt dann, die

Digitized by Google

Kohle „krebst". Auch wenn das Gas das auf der Sohle etwa vorhandene Wasser in Blasen durchbricht, entsteht ein ähnliches Geräusch.

38. — **Gasentwickelung aus bereits gewonnener Kohle.** In vermindertem Maße setzt sich die Grubengasentwickelung fort, wenn die Kohle schon gewonnen ist. Sogar über Tage ist in Vorratstrichtern, Kohlenrümpfen und Trockentürmen der Kohlenwäschen häufig das Auftreten von Grubengas bemerkt worden und hat vereinzelte, kleinere Explosionen herbeigeführt[1]). Der Gebrauch der Sicherheitslampen kann deshalb auch über Tage bei gewissen Arbeiten notwendig sein.

39. — **Plötzliche Gasausbrüche.** Wenn die regelmäßige, langsame Entgasung der Kohle als die Regel betrachtet werden kann, so ist anderseits auch eine überraschend schnell verlaufende Gasentwickelung möglich, die dann eintritt, wenn das Gefüge der Kohle plötzlich zerstört und damit dem in den Poren eingeschlossenen Gase Gelegenheit zum schnellen Entweichen gegeben wird. Aus zwei Ursachen kann dies eintreten, nämlich entweder durch den inneren Druck der in der Kohle enthaltenen Gase selbst oder aber durch äußeren, mechanischen Druck, wie er in der Grube insbesondere als Gebirgsdruck zur Wirkung kommt. Demgemäß sind plötzliche Gasausbrüche der ersten und der zweiten Art zu unterscheiden, wenn auch die Grenzlinie nicht überall scharf zu ziehen ist.

40. — **Gasausbrüche, die auf den inneren Gasdruck selbst zurückzuführen sind.** Wir haben gesehen, daß der Gasdruck in der Kohle unter Umständen auf einige 20, ja sogar auf 40 Atmosphären und darüber steigen kann, und es ist leicht zu verstehen, daß die Festigkeit der Kohle einem solchen Drucke nicht immer gewachsen sein wird. Solange diese vom Nebengestein fest eingeschlossen ist und nicht ausweichen kann, ist dieser Gasdruck unbedenklich. Sobald aber durch Auffahren von Strecken der Kohle Gelegenheit zum Ausweichen gegeben wird, kann die Gefahr entstehen, daß sie über ihre Festigkeit hinaus beansprucht wird und plötzlich nachgibt. Alsdann bricht das Gas aus und reißt die feinzerteilte Kohle mit sich, ähnlich wie die Kohlensäure aus einer plötzlich geöffneten Mineralwasserflasche herausquillt und dabei das Wasser als Schaum mit sich reißt. Neben der Entwicklung großer Gasmengen ist also das Einbrechen gewaltiger Massen von Kohlenstaub oder doch feinzerteilter Kohle in die Grubenbaue das Kennzeichen eines solchen plötzlichen Gasausbruches. Wenn man später die Ausbruchstelle betritt, so findet man, daß im Flöze sich Hohlräume gebildet haben, deren früherer Inhalt das Grubengas und den Staub geliefert hat[2]).

Die Grubengasmenge, die auf diese Weise plötzlich frei wird, kann so bedeutend sein, daß sie mit dem regelmäßigen Wetterzuge nicht mehr abziehen kann, sondern sogar den einziehenden Strom zurückwirft und ihm

[1]) Glückauf 1901, Nr. 33, S. 705 u. 706; Einecker: Schlagwetterexplosionen über Tage.

[2]) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes. 1910, S. 1 u. f.; Schausten: Gasausbrüche beim ausländischen Steinkohlenbergbau; Bracht: Grubengasausbrüche in Belgien; Gasausbrüche im Ruhrbezirk; Gasausbrüche im Saarbezirk.

Ferner: Stassart et Lemaire: Les dégagements instantanés de grisou dans les mines de houille de Belgique, (Brüssel, Narcisse), 1910.

Digitized by Google

entgegen einen Ausweg sucht. Die in die Grubenräume hereinbrechende Staubkohle kann einige Tonnen bis zu mehreren hundert Tonnen und unter Umständen noch darüber wiegen. In Belgien hat man mehrfach bis zu 500 t Feinkohle als das Erzeugnis eines Gasausbruches feststellen können.

In der Regel tritt der Gasausbruch ohne vorherige Warnungszeichen ein. Manchmal macht sich aber auch vorher ein Knistern und Knallen in der Kohle bemerkbar, und es springen Kohlenstückchen aus dem Stoße ab, bis kurz darauf der eigentliche Gasausbruch folgt.

Um von der Gewaltigkeit solcher Vorkommnisse ein Bild zu geben, sei nach Demanet[1]) der Gasausbruch auf der Kohlengrube Agrappe bei Frameries vom Jahre 1879 geschildert: Dieser Ausbruch, der 132 Opfer (121 Tote und 11 Verletzte) forderte, erfolgte 610 m unter Tage in einem Aufhauen. Die entwickelte Gasmenge war so ungeheuer groß, daß der Gasstrom fast augenblicklich sowohl den Förderschacht, als auch die Schachtkaue erfüllte. Hier entzündete sich das Gas an einem Feuer, und 14 Personen wurden über Tage verbrannt, wovon 3 starben. Nun entzündete das Gas den Förderturm, und es loderte 2¼ Stunden lang ununterbrochen eine gigantische Feuersäule von 50 m Höhe aus dem Schachte heraus zum Himmel, die 10 km weit zu sehen war. Als die Gasentwickelung schließlich aufhörte, schlug die Flamme in die Grube zurück und veranlaßte unter Tage eine Reihe von Schlagwetterexplosionen auch in denjenigen Grubenteilen, die bisher noch verschont geblieben waren. Die Schlagwettermenge, die sich bei diesem Gasausbruche entwickelt hat, ist auf 500000 cbm berechnet worden. — So gefährlich und so groß gestalten sich die Gasausbrüche freilich selten.

Glücklicherweise leidet nur ein Teil der Schlagwettergruben unter der Gefahr der plötzlichen, auf allzu hohen Druck der Gase in der Kohle zurückzuführenden Ausbrüche. Diese sind bisher, wenn wir nur Europa in Rücksicht ziehen, besonders im belgischen Steinkohlenbergbau, sodann in dem südfranzösischen Steinkohlenbecken Gard (hier mehrfach durch Kohlensäure verursacht) und auf den ungarischen Gruben bei Resicza aufgetreten. Außerdem sind sie vereinzelt auf englischen und nordfranzösischen Gruben beobachtet worden.

In Deutschland sind bisher solche Gasausbrüche auf nur wenige Gruben beschränkt geblieben.

Am häufigsten treten die Gasausbrüche in der Fettkohle auf. Die Zahl der Ausbrüche und die Neigung dazu nimmt mit der wachsenden Teufe zu. Die sämtlichen bekannten belgischen Ausbrüche, deren Zahl sich auf mehrere hundert beläuft, haben sich über 280 m tief ereignet. Offenbar besteht auch ein Zusammenhang der Gasausbrüche mit Flözstörungen, insofern als die Ausbrüche in der Nähe von Verwerfungen und Faltenbiegungen oder in Flözverdrückungen besonders häufig beobachtet werden. Es ist wohl anzunehmen, daß die durch die Störungen veranlaßte Änderung des physikalischen Zustandes der Kohle ihre Festigkeit

[1]) Demanet: Traité d'exploitation des mines de houille; Übersetzung von Dr. Kohlmann und Grahn, (Braunschweig, Vieweg), 1905, S. 52.

Digitized by Google

herabsetzt, durch die Zerklüftung der Kohle das Gas teilweise befreit und durch das Zusammenwirken beider Ursachen die Neigung zu Gasausbrüchen begünstigt.

Gasausbrüche sind um so eher zu erwarten, je weniger die Kohle bisher Gelegenheit zur Entgasung gehabt hat. Vielfach sind deshalb Aus- und Vorrichtungsstrecken und in unverritzte Feldesteile vordringende Querschläge beim Anfahren von Flözen plötzlichen Gasausbrüchen ausgesetzt. Noch häufiger treten sie freilich beim Abbau auf, pflegen aber hier weniger folgenschwer zu sein.

Eine besondere Art plötzlicher Gasausbrüche ist in England bekannt geworden. Dort sind die Flöze manchmal im Hangenden oder Liegenden von schmalen, unbauwürdigen Flözchen begleitet, die bedeutend mehr Grubengas als das Hauptflöz selbst führen. Wenn nun Haupt- und Nebenflöz durch ein nicht allzu mächtiges, undurchlässiges Zwischenmittel getrennt sind, so kommt es bisweilen vor, daß dieses Zwischenmittel sich unter Krachen anhebt, falls es das Liegende des Hauptflözes bildet, oder daß es sich abdrückt, falls es das Hangende ist. Gleichzeitig brechen Ströme von Grubengas durch die entstehenden Risse und Spalten in die Grubenbaue ein, verlöschen alle Lampen und bringen die Arbeit für Stunden, unter Umständen auch für Tage zum Stillstand.

41. — Die Gefahren der Gasausbrüche und ihre Bekämpfung. Die Gefahren dieser Gasausbrüche bestehen darin, daß die Bergleute von den hereinbrechenden Staubmassen begraben werden oder in dem Grubengase ersticken oder aber im Falle einer Entzündung der Gase der Schlagwetterexplosion zum Opfer fallen.

Abgesehen von dem Falle der Explosion bestehen diese Gefahren in gleicher Weise bei den in Ziff. 21 u. 24, S. 453 u. 454 erwähnten Kohlensäureausbrüchen.

Die Bekämpfung der Gasausbrüche ist zunächst in erster Linie auf deren völlige Verhütung ausgegangen. Das bekannteste Mittel war dasjenige des Vorbohrens. Als verläßliches Vorbeugemittel hat es sich freilich nicht erwiesen, da trotz Vorbohrens mehrfach Ausbrüche vorgekommen sind. Immerhin wirkt es nützlich, wenn die Bohrlöcher eine Länge von 4—5 m erhalten und nach allen Seiten vorgetrieben werden (vgl. den Abschnitt „Ausrichtung"). Von Bedeutung ist ferner als Abwehrmaßregel die Verlangsamung des Betriebes der Grubenbaue, die namentlich dann eintreten soll, wenn man im bisher unverritzten Felde ein neues Flöz anfährt. Beginnt man mit dem Abbau, so soll man nach Möglichkeit stets die als weniger gefährlich erkannten Flöze zuerst abbauen, um dem zu plötzlichen Gasausbrüchen neigenden Flöze Zeit zur Entgasung zu lassen. Auch wird empfohlen, beim Strebbau den obersten Streb, der infolge der Nachbarschaft mit dem alten Mann der höheren Sohle bereits entgast ist, voranzustellen und die tieferen Streben etwas zurückbleiben zu lassen, damit stets der am meisten entgaste Teil des Flözes zuerst gewonnen wird. Während man früher die Sprengarbeit in den zu Gasausbrüchen neigenden Flözen einzuschränken pflegte, um tunlichst die Ausbrüche zu vermeiden, erkannte man schließlich, daß gerade die Sprengarbeit geeignet ist, die der Belegschaft drohenden Gefahren auf ein Mindestmaß herabzusetzen. Die Erschütterung

Digitized by Google

des Gebirges durch die Schüsse bewirkt, daß der Ausbruch in der Regel während des Schießens eintritt. Für diesen kurzen Augenblick können die Leute genügend weit, unter Umständen bis über Tage, zurückgezogen und die geeigneten Vorsichtsmaßnahmen getroffen werden[1]). Im übrigen sucht man die Arbeit vor Ort tunlichst abzukürzen und insbesondere die Benutzung der Keilhaue zur Hereingewinnung, zum Kerben und Schrämen einzuschränken.

Von den sonstigen Mitteln zum Schutze der Bergleute gegen die Folgen der Gasausbrüche sind zu erwähnen: Vermeidung offenen Geleuchtes und offenen Feuers an dem Füllorte und auch an der Hängebank des Schachtes; Gebrauch elektrischer Lampen, die im Augenblicke der Gefahr nicht erlöschen; Beleuchtung des Fluchtweges damit; Beseitigung aller überflüssigen Hindernisse auf dem Fluchtwege; Verhütung eines Zurückflutens der Schlagwetter entgegen dem einziehenden Strome dadurch, daß man den Wetterwegen des ausziehenden Stromes große Querschnitte gibt und hier alle Drosselungen beseitigt. Mit der letzteren Maßnahme in Einklang steht, daß man bei Benutzung von Lutten stets blasende Bewetterung anwendet. In Verbindung mit solchen Mitteln werden auch Zufluchtskammern (s. d. in Bd. II) vorgeschlagen, in die durch Druckluftleitungen frische Luft geblasen werden kann.

42. — Gasausbrüche, die auf den Gebirgsdruck zurückzuführen sind. Stückige, feste Kohle pflegt nach ihrer Hereingewinnung nur langsam zu entgasen. Wenn aber die Kohle durch mechanischen Druck zermalmt wird, so geht die Entgasung schneller vor sich. Hierhin gehört schon die Erscheinung, daß, wenn beim Abbau plötzlich das Hangende sich auf den Kohlenstoß setzt und hier die Kohle in Schalen abdrückt, bisweilen Grubengas in sehr merklichen Mengen frei wird. Bei Zermalmung der Kohle bis zu Staubform kann sie ein Mehrfaches ihres Volumens an Gas plötzlich abgeben[2]).

In der Grube kommen plötzliche Zerdrückungen von Kohlenpfeilern durch den Gebirgsdruck namentlich dann vor, wenn das Hangende sehr fest ist, so daß größere Flächen abgebaut werden können, ehe ein Setzen oder auch ein Durchbrechen des Hangenden erfolgt. In solchem Falle werden die verbleibenden Kohlenpfeiler je länger desto mehr belastet, da sie den immer mehr ansteigenden Gewölbedruck aufnehmen müssen. Schließlich vermag die Kohle den Druck nicht mehr zu tragen, sie wird zerquetscht, das Hangende bricht (in einem „Gebirgschlag" oder „Knall") durch, und unter Umständen ergießen sich große Grubengasmengen in die Baue, obwohl man vielleicht bisher in dem Flöze nur sehr wenig mit Schlagwettern zu tun gehabt hat[3]).

---

[1]) S. Anmerkungen [1]) und [2]) auf Seite 461; — ferner Bull. d. l. Soc. d. l'Ind. min. 1916, S. 233; Laligant: Gisement et dégagement du grisou; — ferner Glückauf 1923, Nr. 1, S. 13; Kirst: Das Auftreten plötzlicher Gasausbrüche usw.

[2]) Bull. d. l. Soc. d. l'Ind. min. 1912, S. 533; Morin: Quelques effets de pressions de terrains etc.

[3]) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes. 1911, S. 68; Rumberg: Der Gebirgschlag auf der Schachtanlage III/IV der Zeche Consolidation am 10. Juni 1910.

Digitized by Google

Ausbrüche dieser Art finden naturgemäß ausschließlich im Gefolge des Abbaues statt, während die in Ziff. 40 behandelten auch vielfach Begleiterscheinungen der Aus- und Vorrichtung sind. Ganz besonders kommt der Gebirgsdruck bei dem Pfeilerrückbau zur Wirkung, so daß bei dieser jetzt zumeist aufgegebenen Abbauart Gasausbrüche öfter sich ereigneten. Wenn in solchen Fällen die Pfeiler unter starken Druck geraten waren, so kam es vor, daß unter donnerartigem Getöse plötzlich mehrere Wagenladungen sehr feinkörniger Kohle aus den Stößen der Abbaustrecken geschleudert und dabei große Schlagwettermengen entwickelt wurden[1]). Zur Vermeidung solcher Ausbrüche muß man namentlich bei festem Hangenden Abbauarten vermeiden, bei denen einzelne, rundum frei stehende Kohlenpfeiler den ganzen Gewölbedruck aufnehmen müssen.

43. — Gasausströmungen aus Gebirgsklüften (Bläser erster Ordnung). Wenn das Kohlen- oder das Deckgebirge von Klüften, Spalten oder sonstigen Hohlräumen durchsetzt ist, so kann es vorkommen, daß diese Hohlräume unter einem gewissen Überdrucke von Grubengas erfüllt sind, das hierhin seinen Weg aus den Kohlenflözen gefunden hat. Werden die Gasansammlungen angehauen oder angebohrt, so „bläst“ das Gas durch die entstandene Öffnung aus. Wir sprechen dann von einem „Bläser“.

Die Bläser können, wenn es sich um ausgedehnte, unter hohem Gasdrucke stehende Klüfte handelt, oft mit großer Gewalt ausbrechen. Jedoch ist es falsch, sie deshalb mit den in ihrem Wesen verschiedenen Gasausbrüchen, wie sie oben beschrieben sind, zu verwechseln.

Die meisten Bläser sind nach kurzer Zeit, nach wenigen Stunden oder Tagen erschöpft. Es sind aber auch Bläser bekannt geworden, die jahrelang ununterbrochen ganz erhebliche Gasmengen geliefert haben. Es ist das leicht begreiflich, wenn man bedenkt, daß das an einem Punkte angeschlagene Spaltensystem eine große Anzahl von Flözen schneiden und von allen diesen gespeist werden kann.

Sehr starke Bläser fuhr man beim Abteufen des Schachtes Ewald III im Mergel an. Sie lieferten längere Zeit hindurch minutlich 6,2—9 cbm oder täglich rund 10000 cbm Gas. Auf Zeche Neu-Iserlohn lieferte ein Bläser mehrere Jahre hindurch 4 cbm minutlich oder 5760 cbm täglich. Überhaupt sind Bläser im Ruhrbezirke eine häufige Erscheinung. Vielfach hat man gefunden, daß beim Durchörtern einer Störung zunächst unter heftigem Drucke Wasser ausspritzte und erst dann das Gas folgte.

Das Bläsergas ist häufig reines CH_4; es findet sich in ihm aber auch Stickstoff (bis zu 20 %) und Kohlensäure (bis zu 5 %). Auf einer belgischen Grube hat man in einem Falle auch freien Wasserstoff in den ausströmenden Grubengasen gefunden[2]).

44. — Gasausströmungen aus Bruchspalten (Bläser zweiter Ordnung). Es kommt auch vor, daß Bläser nachträglich in Strecken auftreten, die bisher in geschlossenem, klüfte- und rissefreiem Gebirge standen. Dies kann am leichtesten geschehen, wenn unterhalb der Strecken Abbau umgeht

[1]) Sammelwerk Bd. VI, S. 102.

[2]) Österr. Zeitschr. f. Berg- u. Hüttenwesen 1908, Nr. 26, S. 325; Volf: Über die Entzündlichkeit der Schlagwetter usw.

Digitized by Google

und das Hangende über diesen Abbauflächen unter Bildung von Spalten und Rissen sich setzt. Dann können so Verbindungswege zu den oberen Grubenbauen geschaffen werden, die diesen das Grubengas aus den zu Bruch gegangenen Abbauen und aus den etwa darüber befindlichen bauwürdigen oder unbauwürdigen Flözen zuführen. Auf diese Weise können in den oberen Querschlägen, Richtstrecken oder sonstigen Grubenbauen Bläser entstehen, die unter Umständen überraschend schnell die Baue mit großen Schlagwettermengen erfüllen. Es ist mit großer Wahrscheinlichkeit anzunehmen, daß das Radbod-Unglück vom 12. 11. 1908 so entstanden ist[1]). Die Gasentwickelung kann besonders groß sein, wenn mit dem plötzlichen Durchbrechen des Hangenden noch Gasausbrüche (s. Ziff. 42) in den zu Bruche gehenden Bauen verknüpft sind.

Infolge Niedergehens des Hangenden über dem gebauten Flöze können sich ferner Bruchspalten nach oben öffnen, die unter Umständen Gase aus hangenden Flözen den in Betrieb befindlichen unteren Grubenbauen zuführen.

45. — **Austritt des Grubengases aus dem alten Mann.** Es leuchtet ein, daß die aus der Kohle oder dem Gestein ausströmenden Grubengase sich in den unbewetterten Teilen des Grubengebäudes ungestört ansammeln können. Man wird deshalb auf Schlagwettergruben im alten Mann, mag er offen stehen oder teilweise oder ganz versetzt sein, in den meisten Fällen Grubengas in größerer Menge antreffen. Ebenso natürlich ist, daß ein Übertritt der Gase aus dem alten Mann in die Grubenräume stattfinden wird.

Der Übertritt muß zunächst eine Folge der dauernden Weiterentwickelung von CH_4 aus benachbarter, anstehender oder als Abbauverlust zurückgebliebener Kohle oder aus dem Gebirge überhaupt sein. Die Menge des Grubengases im alten Mann wird andauernd vermehrt, so daß der Überschuß in die Grubenräume entweichen muß.

Dieser Übertritt wird weiter durch die Diffusion begünstigt.

Ferner wird das Grubengas aus dem alten Mann durch das Niedergehen des hangenden Gebirges allmählich herausgedrückt. Die Senkung des Hangenden kann gleichmäßig und allmählich erfolgen, wie dies gewöhnlich beim Strebbau der Fall sein wird. Alsdann wird auch der Austritt des Grubengases aus dem alten Mann entsprechend dem Vorrücken des Abbaues ruhig und fast unmerklich vor sich gehen. Unter Umständen senkt sich aber auch das Hangende über größere Flächen hinweg plötzlich (namentlich beim Pfeilerbau), so daß in solchem Falle das Grubengas in großen Mengen plötzlich mit großer Geschwindigkeit in die Strecken gedrückt wird. Die Baue, die eben noch gasfrei waren, können sodann im nächsten Augenblicke mit hochprozentigen Grubengas-Luftgemischen erfüllt sein.

46. — **Einfluß des Luftdruckes auf die Grubengasentwickelung.** Man könnte daran denken, in der Grube nach Verschluß der Tagesöffnungen durch Einpressen von Luft einen gewissen Überdruck zu erzeugen, der imstande wäre, dem Drucke des Grubengases in der Kohle und im Gestein

[1]) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes. 1911, S. 769; Hollender: Die Explosion auf der Steinkohlengrube Radbod I/II bei Hamm i. W. am 12. November 1908. — Vgl. auch den auf S. 464 in Anm. [2]) angeführten Aufsatz von Morin.

Digitized by Google

das Gleichgewicht zu halten und den Austritt des Grubengases zu verhüten. Freilich müßte der angewandte Überdruck so hoch sein, daß dies Verfahren betrieblich nicht in Betracht gezogen werden könnte.

Obige Annahme zeigt jedoch, daß die Höhe des Luftdruckes von Einfluß auf den Austritt des Grubengases sein wird. Bei gleichmäßigem Barometerstande wird sich eine gleichmäßige Gasentwickelung herausbilden. Bei steigendem Barometer wächst der Widerstand, und die Gasentwicklung muß sich verlangsamen, während umgekehrt bei fallendem Barometer die Gasentwickelung lebhafter vor sich gehen wird.

Der mittlere Barometerstand ist 760 mm Quecksilber- oder 10300 mm Wassersäule. Die Schwankungen betragen insgesamt im Höchstfalle etwa 40 mm Quecksilber (540 mm Wasser) und gehen in der Regel über 30 mm Quecksilber (400 mm Wasser) nicht hinaus. Tagesschwankungen von 10 mm Quecksilber (135 mm Wasser) sind bereits sehr hoch. Der Luftdruck schwankt also im Höchstfalle um 5,1 %, während die Tagesschwankungen sehr selten mehr als etwa 1,3 % betragen.

Wenn man bedenkt, daß der durchschnittliche Überdruck des Gases in der Kohle auf Zeche Hibernia (s. Ziff. 35) bei 598 Messungen 1,79 Atm., der absolute Druck also 2,79 Atm. betragen hat, so mag es gleichgültig scheinen, ob gegenüber dieser Spannung ein äußerer Druck von 1 oder 1,013 oder 1,051 Atm. vorhanden ist. Denn mehr betragen ja die Schwankungen des äußeren Luftdruckes nicht. Man kommt aber doch zu einem anderen Schlusse, wenn man erwägt, daß der Überdruck von 1,79 Atm. mehrere Meter tief in der Kohle festgestellt worden ist und daß er um so mehr abnimmt, je mehr man sich der bloßgelegten Kohlenwand in Strecke oder Abbau nähert. Die äußerste Schicht der in der Grube anstehenden Kohle enthält das Gas mit einem sehr viel geringeren Überdrucke, der schließlich nur noch $^1/_{10}$ oder $^1/_{100}$ Atm. oder noch weniger beträgt. Steigt also plötzlich das Barometer, so ist es sehr wohl denkbar, daß für kurze Zeit infolge des gestiegenen Luftdruckes das Grubengas in die Kohle zurückgestaut oder am Ausfließen verhindert wird. Lange wird freilich diese Einwirkung nicht währen. Denn allmählich drückt das Gas aus der hinteren Kohle mit seiner höheren Spannung nach und gewinnt gegenüber dem äußeren Luftdrucke sehr bald die Oberhand. Zunächst aber kann der Gasaustritt behindert werden, ebenso wie er umgekehrt bei plötzlich fallendem Barometer begünstigt wird.

Daß die Gefahr der plötzlichen Gasausbrüche durch die Schwankungen des Luftdruckes beeinflußt wird, ist kaum anzunehmen. Dafür sind die Gasdrücke in der Kohle, die die Voraussetzung für einen Gasausbruch bilden, zu hoch, und ihnen gegenüber kann ein Mehr oder Weniger von höchstens $^1/_{20}$ Atmosphärendruck der äußeren Luft keine Rolle spielen.

Anders ist das Verhältnis bei Bläsern. Die Bläsergase stehen vor ihrem Austritt zum Teil unter nur geringem Überdrucke, namentlich dann, wenn der Bläser sich seiner Erschöpfung nähert. Tatsächlich hat man auch öfter durch Versuche festgestellt, daß die Gaslieferung der Bläser bei fallendem Barometer steigt und bei steigendem fällt.

Am bedeutendsten ist jedenfalls der Einfluß der Barometerschwankungen auf den Gasaustritt aus dem alten Mann, in dem das Gas etwa unter dem Atmosphärendrucke selbst steht. Nach dem Mariotteschen

30*

Digitized by Google

Gesetze verhalten sich die Volumina umgekehrt wie die Drücke. Sinkt der Atmosphärendruck, so wird das Volumen einer gewissen Gasmenge, die an der Druckschwankung teilnimmt, entsprechend wachsen. 100 cbm Gase bei 820 mm Barometerstand, wie er in Gruben von mittlerer Teufe etwa auftritt, nehmen bei einem Barometerstande von nur 780 mm einen Raum von rund 105 cbm ein. Alle im alten Mann stehenden Gase dehnen sich also in solchem Falle um etwa den 20. Teil ihres bisherigen Volumens aus. Dieser Teil muß in die Grubenräume übertreten, so daß der CH_4-Gehalt der Grubenwetter erhöht wird. Je größer die Räume des alten Mannes sind und je heftiger der Barometersturz ist, um so plötzlicher wird das Grubengas in die Grubenbaue übertreten; je schwächer die in der Nähe

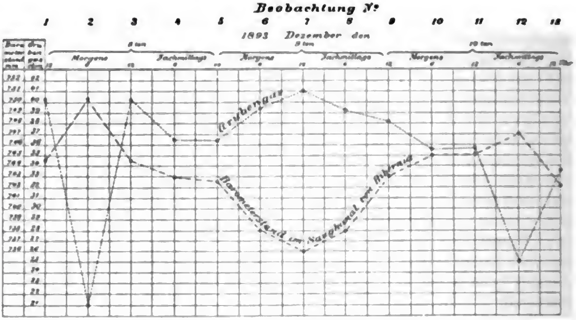


Abb. 411. Barometerstand und Grubengasentwickelung.

vorbeistreichenden Wetterströme sind, um so stärker wird deren Anreicherung an Grubengas sein. — Ähnlich wie der alte Mann wirkt jeder andere Hohlraum in der Grube, in dem Grubengas steht, also z. B. schon jede Auskesselung in der Firste der Strecken.

Bei steigendem Barometer ist der Verlauf der Bewegung der Gase umgekehrt. Die Wetter im alten Mann werden zusammengepreßt, und frische Luft strömt aus den Strecken in den alten Mann nach. Die Grubenwetter werden also schlagwetterfreier werden.

Bei längere Zeit gleichbleibendem Barometerstande wird es nahezu gleichgültig sein, ob das Barometer hoch oder niedrig steht. Es wird sich alsdann etwa die mittlere Gasausströmung einstellen.

Bergrat Behrens (s. o., S. 459) hat über den Zusammenhang von Grubengasausströmung und Atmosphärendruck eine Reihe wichtiger Beobachtungen gemacht. Er fand z. B., daß das Fallen des Luftdruckes um 8,5 mm Quecksilbersäule in 24 Stunden eine Vermehrung der Gasentwickelung um 9 % und zu einer andern Zeit das starke Steigen des natürlichen Luftdruckes um 9 mm in 18 Stunden eine Verminderung der Grubengasentwickelung um 13,6 % zur Folge hatte. Wenn solche Schwankungen des Grubengasgehaltes

Digitized by Google

schon im Gesamtwetterstrome bestehen, so werden sie für einzelne Punkte in der Grube (z. B. in der Nähe des alten Mannes) noch bedeutend größer sein können.

Sehr deutlich ergibt sich der Zusammenhang zwischen Grubengasentwickelung und Luftdruck aus der Abb. 411, wobei allerdings zu beachten ist, daß die Luftdruckschwankungen im Saugkanal des Ventilators gemessen sind und ihre Stärke zum Teil auf die Umdrehungszahl des letzteren zurückzuführen ist. Man hatte nämlich die natürlichen Schwankungen des Luftdruckes durch entsprechende Wahl der Umdrehungszahl verschärft, was ja aber an der Richtigkeit des zu führenden Beweises nichts ändert.

47. — **Einfluß des Luftdruckes auf die Explosionsgefahr.** Eine viel und fortdauernd untersuchte Frage ist die, ob der Zeitpunkt und der Eintritt der Schlagwetterexplosionen selbst mit den Luftdruckschwankungen in einem erkennbaren Zusammenhange stehen. Man hat Jahre hindurch fortlaufend die Barometerstandskurve aufgezeichnet und darin den Zeitpunkt der einzelnen, vorgekommenen Schlagwetterexplosionen vermerkt. Man fand aber, daß ein Zusammenhang zwischen den Luftdruckschwankungen und den Schlagwetterexplosionen nicht sicher nachweisbar ist, da annähernd ebensoviel Explosionen bei fallendem wie bei steigendem Barometer sich ereigneten.

Es ist das leicht erklärlich. Der Eintritt einer Schlagwetterexplosion hat neben dem Vorhandensein von Grubengas in gefährlicher Menge stets eine zündende Ursache zur Voraussetzung. Schon die Ansammlung gefährlicher Grubengasmengen wird häufiger dem Zufall und insbesondere dem Versagen der geordneten Wetterführung infolge von Brüchen oder dem Niedergehen des Hangenden über dem alten Mann oder dem Anschießen von Bläsern als dem Fallen des Luftdruckes zuzuschreiben sein. Noch mehr fehlt der innere Zusammenhang zwischen einer Luftdruckschwankung und der Entzündung der Schlagwetter. Denn mag die zündende Ursache in einem unglücklichen Zufall (z. B. in einer Zertrümmerung der Sicherheitslampe durch einen Schlag mit der Keilhaue), in dem Leichtsinn oder der Unerfahrenheit der Bergleute (Benutzung von Feuerzeug, Öffnen der Lampe, falsche Ausführung der Sprengarbeit) oder in anderen Zufälligkeiten liegen, jedenfalls leuchtet ein, daß der Zufall der Zündung vom Barometerstande unabhängig ist.

48. — **Verhältnis der Gasmenge zur Kohlenförderung.** Die Gesamtmenge des auf den einzelnen Zechen je Tonne Förderung ausströmenden Grubengases ist sehr verschieden und schwankt z. B. in Westfalen von 0—60 cbm. Im großen Durchschnitt kann man für den Ruhrbezirk etwa 7 cbm annehmen. Es sind das je 1 cbm Kohle rund 9 cbm Gas, im Höchstfalle (bei 60 cbm auf die Tonne) aber 78 cbm Gas auf 1 cbm Kohle!

Demgemäß sind überhaupt die entwickelten Gasmengen recht beträchtlich. Der Gesamtwetterstrom der Zeche Hibernia, die zeitweise eine sehr große Grubengasentwickelung aufgewiesen hat, betrug längere Zeit hindurch 7500 cbm mit etwa ½% CH_4 im ausziehenden Strome. Es sind das 37,5 cbm Grubengas in der Minute oder 54000 cbm an einem Tage.

Digitized by Google

Als ein anderes Beispiel einer starken Grubergasentwickelung mag noch die Fettkohlengrube Louisenthal bei Saarbrücken genannt sein. Als diese Grube sich in Vorrichtung befand und durchschnittlich 109 t Förderung lieferte, betrug die Grubengasentwickelung täglich 27027 cbm oder je Tonne Kohle 248 cbm.

49. — Beziehungen zwischen Grubengasentwickelung und Beschaffenheit der Kohle. Sehr grubengasreiche Flöze pflegen viel Feinkohle zu liefern, während Flöze mit harter Kohle, also hohem Stückkohlenfall, zumeist wenig Grubengas entwickeln. Offenbar besteht hier ein Zusammenhang. Freilich wird nicht immer mit Sicherheit zu entscheiden sein, ob die Neigung zur Feinkohlenbildung auf den Grubengasgehalt als Ursache oder ob die reiche Grubengasentwickelung auf die mürbe Beschaffenheit der Kohle zurückzuführen ist.

In einzelnen Fällen will man nämlich bemerkt haben, daß ein Flöz, das z. B. durch den Abbau eines benachbarten Flözes Gelegenheit zur allmählichen Entgasung gefunden hatte, härtere und festere Kohle lieferte, als wenn es unmittelbar unter starker Gasentwickelung während der Vorrichtung und des Abbaues gebaut wurde. Man hat deshalb auch geraten, zwecks Erzielung eines höheren Stückkohlenfalls den tieferen, benachbarten Flözen durch Bohrlöcher von dem jeweilig gebauten Flöze aus die Möglichkeit der Entgasung zu geben.

50. — Verhalten des Grubengases nach der Ausströmung. Das aus der Kohle, dem Gestein oder einem Bläser austretende Gas steigt infolge seiner Leichtigkeit zunächst nach oben und sammelt sich hier an. Es findet sich deshalb besonders häufig an den höchsten Punkten der Grubenbaue, in Auskesselungen der Firste, in Aufhauen und Aufbrüchen. Sofort nach dem Austritt des Grubengases wirkt aber die Diffusion auf dieses ein, so daß es alsbald mit den sonstigen Grubenwettern sich zu mischen beginnt. Für Räume, die in ihren Größenverhältnissen einer gewöhnlichen Grubenstrecke entsprechen, kann man annehmen, daß die Diffusion nach Verlauf von einigen Stunden ihr Werk beendet hat und daß danach eine vollkommen gleichmäßige Mischung der Gase eingetreten ist. Scheinbar steht damit im Widerspruche, daß man in der Grube in Auskesselungen der Firste einer Strecke unter Umständen tage- und wochenlang Grubengas finden kann. Doch erklärt sich das durch das Nachströmen frischen Gases.

Die Diffusion wirkt naturgemäß um so langsamer, je größer die Entfernungen sind. In einem Aufhauen von größerer Länge wird die Diffusion nach der Grundstrecke hin nur verhältnismäßig schwach zur Geltung kommen können.

Ein Gemisch von Grubengas mit Luft entmischt sich nicht wieder. Auch kennt man bisher keinerlei Mittel, beide Gase zu trennen. Die Ausführbarkeit einer solchen Trennung würde bei der Größe der Grubengasausströmung mancher Gruben von großer Bedeutung sein.

51. — Besondere Verfahren zur Beseitigung des Grubengases. Hilt hat vorgeschlagen, das Grubengas unmittelbar nach seiner Entstehung abzusaugen. Zu diesem Zwecke legte er ein an eine Luftpumpe angeschlossenes Rohrnetz durch die Grube und ordnete an den höchsten Stellen der Betriebspunkte, an denen das Gas sich zunächst anzusammeln

Digitized by Google

pflegt, Zweigleitungen mit offenen Saugrohren an[1]). Der Erfolg war nicht befriedigend und stand mit den Kosten in keinem Verhältnis.

Souheur macht in dem D.R.P. 139694 den Vorschlag, Bohrlöcher in die Kohlenflöze oder das Gestein zu bohren und unmittelbar aus diesen das Grubengas abzusaugen. Auch dieses Verfahren wird trotz hoher Kosten immer nur ein unzureichendes Mittel bleiben können.

Nach einem Vorschlage von Professor Dr. Tübben soll auf schlagwetterreichen Gruben eine wirksame Absaugung des Grubengases dadurch erreicht werden[2]), daß die einziehende Tagesöffnung zeitweise verschlossen und in den Grubenbauen ein tunlichst hoher Unterdruck vorübergehend hergestellt wird. Die auf diese Weise vermehrte Gasausströmung wird nach Wiederingangsetzen der regelmäßigen Bewetterung schnell unschädlich gemacht und hat zur Folge, daß danach der Durchschnittsgasgehalt des ausziehenden Wetterstromes längere Zeit unter dem Durchschnittsgehalt vor der Entgasung bleibt. Das bis zu einem gewissen Grade sicherlich wirksame Verfahren wird sich freilich schwer ausführen lassen.

C. Die Schlagwetterexplosion.

52. — Der chemische Vorgang bei der Explosion. Ausströmendes Grubengas verbrennt an der Luft nach bewirkter Entzündung mit hellblauer, wenig leuchtender Flamme. Hat eine vorherige Mischung des Grubengases mit atmosphärischer Luft stattgefunden, so kann dieses Gasgemisch explodieren. Verbrennung und Explosion verlaufen mit größerer oder geringerer Annäherung nach folgender Formel:

$$\underbrace{1\,CH_4 + 2\,O_2 + 8\,N_2}_{11 \text{ Raumteile.}} = \underbrace{\underbrace{1\,CO_2 + 8\,N_2}_{9 \text{ Raumteile.}} + 2\,H_2O}_{11 \text{ Raumteile.}}$$

Wenn also auf 1 Raumteil CH_4 2 Raumteile Sauerstoff, d. h. etwa 10 Raumteile atmosphärischer Luft entfallen, so reicht der Sauerstoff gerade zur Verbrennung des vorhandenen CH_4 aus und wird dafür verbraucht. Die Explosion ist dann am kräftigsten. Bei genauerer Rechnung stellt sich das günstigste Explosionsgemisch auf etwa 9½% CH_4 und 90½% Luft. Ist der CH_4-Gehalt in dem Explosionsgemisch größer, so wird Kohlenoxyd gebildet (s. Ziff. 25), und es bleibt ein Teil des Grubengases unverbrannt; ist er kleiner, so bleibt Sauerstoff bzw. atmosphärische Luft im Überschuß.

In den Fällen, wo mehr oder weniger CH_4 als 9½ % in dem Gemische vorhanden ist, muß bei der Explosion entweder Grubengas oder die überschüssige atmosphärische Luft nutzlos miterwärmt werden. Die Explosion wird deshalb schwächer.

---

[1]) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes. 1889, S. 70; Brenner: Versuche betreffend das Absaugen des Grubengases auf der Königsgrube im Wurmreviere.

[2]) Glückauf 1918, Nr. 29, S. 449; Dr. Tübben: Versuche mit der Entgasung von Kohle und Grubengebäuden durch künstlich gesteigerten Unterdruck.

Digitized by Google

53. — Grenzen der Explosionsfähigkeit. Gefährlichkeit nicht explosibler Gemische. Beträgt der CH_4-Gehalt in dem Gemische 5 % einerseits oder 14 % anderseits, so hört die Explosionsfähigkeit auf; Wetter mit einer diese Grenzen überschreitenden Zusammensetzung sind nicht mehr explosibel. In einem Gemische mit mehr als 14 % CH_4 kann man z. B. elektrische Funken überspringen lassen, ohne daß eine Explosion erfolgt. Eine Flamme erlischt darin. Ungefährlich sind freilich solche hochprozentigen Gemische in der Grube nicht, denn es ist, abgesehen davon, daß sie einen für die Atmung zu geringen Sauerstoffgehalt besitzen, klar, daß eine Grenzzone vorhanden sein muß, in der der CH_4-Gehalt soweit herabgemindert ist, daß das Gemisch in diesem Teile explosibel wird. Hier würde infolge einer Entzündung eine Explosion entstehen, die durch ihre Wirkung das noch unverdünnte Grubengas auf der einen Seite aufwirbeln und mit der Luft auf der andern Seite mischen würde. Weitere Explosionen würden dann wahrscheinlich folgen.

Auch Gemische mit weniger als 5% CH_4 sind nicht als ungefährlich anzusehen. Denn auch das in geringeren Prozentsätzen in der Luft enthaltene Grubengas verbrennt, wenn es in den unmittelbaren Bereich einer Flamme kommt. Die Flamme selbst wird, wenn sie in derartigem Gemische brennt, länger und stärker. In der Sicherheitslampe ist die Flammenverlängerung schon bei etwa 1% Grubengas in der Luft sichtbar und wird bei höherem Gehalt sehr stark. Gleiche Flammenverstärkungen werden z. B. bei ausblasenden Schüssen eintreten. Da die verstärkte Flamme weiterschlägt, werden also die Schüsse gefährlicher. Geringe Beimengungen von Kohlenstaub können dann schon für eine kräftige Explosion genügen. Ist einmal eine Explosion eingeleitet, so findet sie auch in geringprozentigen CH_4-Gemischen neue Nahrung und greift weiter als in reiner Luft.

In keinem Falle darf man also das Auftreten von CH_4 als unbedenklich erachten. Es zeigen ja auch geringwertige Schlagwettermengen immerhin das Vorhandensein einer Gasquelle an, die durch nicht vorherzusehende Zufälligkeiten jederzeit sich verstärken und bei kleinen Störungen der Wetterführung schnell zu gefährlichen Gemischen führen kann.

54. — Explosionstemperatur, Volumen und Druck der Explosionsgase. Die Temperatur, die bei der Explosion eines Grubengas-Luftgemisches entsteht, ist, wie erwähnt, je nach dem Mischungsverhältnis verschieden. Bei der günstigsten Explosionsmischung beträgt die Flammentemperatur 2650° C, bei 5% oder 14% CH_4 aber nur etwa 1500°. Im Augenblicke der Explosion ist das gebildete Wasser dampf- oder gasförmig vorhanden. Nach der Formel auf S. 471 entstehen aus 11 Raumteilen, die in die Explosion eintreten, wiederum 11 Raumteile. Da die neu gebildeten Gase im ersten Augenblicke eine Temperatur von 2650° besitzen, würden sich die Volumina vor und nach der Explosion wie die absoluten Temperaturen, also wie 15 + 273 zu 2650 + 273 oder wie 288 zu 2923 verhalten. Die Gase würden sich also auf mehr als das Zehnfache des ursprünglichen Volumens ausdehnen. Die hohe Explosionstemperatur der Gase bleibt aber nicht lange bestehen. Durch Mischung mit der übrigen, kalten Luft und Berührung mit den Streckenwandungen und sonstigen Gegenständen kühlen sich die Gase sofort annähernd auf die Grubentemperatur herab. Hierbei tritt nicht nur

Digitized by Google

eine Volumenverminderung auf etwa $^1/_{10}$ ein, sondern es schlägt außerdem der Wasserdampf sich als Wasser nieder. Nun haben wir statt der ursprünglich vorhandenen 11 Raumteile nur noch deren 9, also weniger als vor der Explosion. Während also im ersten Augenblicke der Explosion die Gase sich sehr stark auszudehnen suchen und alles vor sich hertreiben, ziehen sie sich kurz darauf sogar noch auf ein geringeres Volumen als das ursprüngliche zusammen. Die erste Wirkung äußert sich als Schlag nach der einen Seite, die zweite Wirkung als Rückschlag. Daraus erklärt sich die viel gebrauchte Bezeichnung „schlagende Wetter" oder „Schlagwetter". Hiernach ist es unrichtig, reines Grubengas als „Schlagwetter" zu bezeichnen.

Läßt man die Explosion in einem geschlossenen Raum (Bomben od. dgl.) vor sich gehen, so müßte der Druck entsprechend dem vermehrten Gasvolumen nach dem Mariotteschen Gesetze auf etwa 10 Atmosphären steigen. Tatsächlich findet man aber bei Explosionsversuchen in Bomben nur höchstens 6½ Atmosphären Überdruck, was aus der sofort ihre Wirkung ausübenden Abkühlung zu erklären ist. In der Grube wird der durch die Explosion entstehende Überdruck in der Regel noch viel geringer sein, weil die Gase Gelegenheit, sich auszudehnen, haben.

55. — **Explosionschnelligkeit.** Die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Explosion ist nach Versuchen, die in Röhren angestellt wurden, sehr gering und beträgt nur 0,2—0,6 m in der Sekunde. Sie ist aber größer, wenn das Gasgemisch in Bewegung ist, und wächst ganz beträchtlich (anscheinend bis auf 330 m sekundlich), wenn am Orte der Explosion eine Druckerhöhung eingetreten ist, so daß die Explosion unter Druck verläuft. Es kann das in der Grube leicht geschehen. Eine anfänglich vielleicht geringe Explosion schiebt die Gase vor sich her und staucht sie an einem Punkte zusammen. Die Flamme folgt nach und entzündet die zusammengepreßten Gase, die nun mit großer Heftigkeit und sprengstoffähnlicher Wirkung explodieren. Solche Erscheinungen hat man auf der berggewerkschaftlichen Versuchstrecke bei Versuchen[1]) in Explosionsbomben, die in mehrere Kammern geteilt waren, unmittelbar beobachten können.

In Wirklichkeit haben manche Grubenexplosionen nur eine sehr geringe mechanische Wirkung, und diese kann auch bei größeren Explosionen an einzelnen Punkten schwach sein. Obwohl man vielleicht an der Flammenwirkung erkennt, daß die Explosion den Ort bestrichen hat, kann hier alles in der alten Lage geblieben sein, und es können z. B. die Kleider der Bergleute noch an dem in einen Stempel geschlagenen Nagel hängen. Gelegentlich aber ist die mechanische Kraftäußerung der Explosion gewaltig groß. Es ist vorgekommen, daß einem Manne der Kopf vom Rumpfe gerissen ist, daß eiserne Förderwagen nicht allein umgeworfen, sondern auch gleichsam zusammengequetscht und die Schienen aufgerollt wurden. Solche Wirkungen sind nur bei einer außerordentlich gesteigerten Explosionsgeschwindigkeit erklärlich.

56. — **Entzündungstemperatur der Schlagwetter.** Nach den von den französischen Forschern Mallard und Le Chatelier angestellten Ver-

[1]) Glückauf 1906, Nr. 5, S. 134 u. f.; Beyling: Versuche zwecks Erprobung der Schlagwettersicherheit besonders geschützter elektrischer Motoren usw.

Digitized by Google

suchen ist die Entzündungstemperatur der Schlagwetter mit etwa 650° C anzunehmen. Es zeigte sich aber bei den Versuchen, daß das Gasgemisch sich nicht unmittelbar entflammt, sobald es auf die angegebene Temperatur gebracht ist, sondern daß es eine gewisse Zeit lang auf dieser Temperatur gehalten werden muß. Die Verzögerung der Entzündung dauert in der Nachbarschaft von 650° bis zu 10 Sekunden. Sie verringert sich um so mehr, je höher die Temperatur steigt, und ist bei 1000° kaum mehr schätzbar. Die Zündung der Schlagwetter hängt also von mindestens zwei Bedingungen, Temperatur und Zeit, ab. Es ist sehr wohl möglich, glühende Drähte, die eine viel höhere Temperatur als 650° C besitzen, ohne Gefahr der Zündung in ein Schlagwettergemisch zu bringen, weil die einzelnen erwärmten Gasmoleküle sofort aufsteigen und sich wieder vom Drahte entfernen, so daß die erforderliche Zeit zur Einleitung der Verbrennung fehlt.

Ferner ist bei anderen Versuchen festgestellt worden, daß die Entzündlichkeit von Schlagwettern bei vermindertem Gasdrucke geringer und bei erhöhtem Gasdrucke stärker ist. Anscheinend kann durch vergrößerten Druck die Verzögerung der Entzündung vermindert werden. In tiefen Gruben wird somit die Entzündungsmöglichkeit der Schlagwetter größer als bei Versuchen über Tage sein.

57. — **Entstehungsursachen der Schlagwetterexplosionen.** Die Schlagwetter werden in manchen Fällen durch reinen Leichtsinn oder durch Spielerei der Arbeiter entzündet, die vielleicht ein Streichholz in Brand setzen oder die Sicherheitslampe öffnen.

Ein anderer Grund ist offenes Licht. Es pflegt sich dabei um Gruben oder Grubenabteilungen zu handeln, in denen Schlagwetter bis dahin unbekannt waren und der Gebrauch offenen Geleuchtes erlaubt ist.

Besonders häufig ist die Sicherheitslampe die Ursache von Schlagwetterexplosionen. Ihren Namen trägt sie mit Unrecht, da sie völlige Sicherheit nicht gewährt. Eine gewisse, aber auch noch beschränkte Sicherheit ist nur dann vorhanden, wenn die Lampe fehlerfrei ist, wenn sie außerdem beobachtet wird und sich dabei in der Hand eines verständigen Arbeiters befindet. Näheres über die den Lampen anhaftenden Gefahren findet sich im Abschnitte über „Sicherheitslampen" (s. insbesondere Ziff. 199).

Mit einem erheblichen Prozentsatz ist ferner bei der Veranlassung von Schlagwetterexplosionen die Sprengarbeit beteiligt, wobei sowohl die eigentliche Schußflamme als auch die Zündung der Sprengschüsse in Frage kommt, wie dies im 3. Abschnitt (s. insbesondere S. 223 u. f. und S. 230 u. f.) näher ausgeführt ist.

Geleucht und Sprengarbeit werden wahrscheinlich immer die Hauptursachen der Schlagwetterexplosionen bleiben. Doch kann hier auf eine andauernde Verminderung der Schlagwetterexplosionen hingewirkt werden. Es gibt aber auch sonstige Ursachen von Schlagwetterexplosionen, bei denen eine Bekämpfung weniger leicht möglich ist.

Zunächst kommen Grubenbrände in Betracht. Wo die Kohle zur Selbsterhitzung neigt, können auch bei größter Vorsicht manchmal Grubenbrände nicht verhindert werden. Der Brand ist um so gefährlicher, als er durch Erhitzung der Kohle diese vergast und so weitere brennbare Gase (insbesondere Wasserstoff und schwere Kohlenwasserstoffe, unter diesen

Digitized by Google

vorzugsweise Äthylen) erzeugt. Wenn nun die brennbaren Gase sich mit Luft zu mischen Gelegenheit haben und durch die Wetterbewegung auf den Brandherd geführt werden, so ist ihre Entzündung möglich. Derartige Explosionen sind mehrfach, wenn auch wegen der meist beschränkten Luftzufuhr und der gleichzeitigen Kohlensäure-Entwickelung nicht so häufig, wie man zunächst annehmen könnte, vorgekommen.

Eine andere, wenn auch seltene Ursache von Schlagwetterexplosionen kann Funkenbildung sein. Wenn harte Gesteine gegeneinander gerieben werden, so entstehen ebenso Funken, wie wenn Stahl auf harten Stein schlägt. Im allgemeinen sind solche Funken, die ja z. B. bei der maschinellen Schräm- und Bohrarbeit und bei der Arbeit mit der Keilhaue auftreten, ungefährlich. Außergewöhnlich starke Funkengarben können aber, wie Versuche gezeigt haben, Schlagwetter zünden. Ebenso ist es erwiesen, daß die Funkenbildung beim Zusammenbrechen harter, hangender Gebirgschichten Schlagwetterexplo-

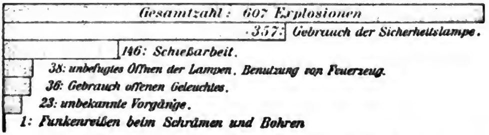


Abb. 412. Entstehungsursachen der Schlagwetterexplosionen im Zeitraum 1900—1918.

sionen verursachen kann[1]). In England hat sich auf dem Maindy-Schachte der Ozean-Steinkohlengrube offenbar aus diesem Anlaß eine Schlagwetterexplosion an einem Sonntage zu einer Zeit ereignet, als kein Mensch in dem betreffenden Feldesteile der Grube war, andere Ursachen also gar nicht in Betracht kommen konnten.

Die Ursache von Schlagwetterexplosionen können auch elektrische Funken oder überhaupt die Wirkungen der Elektrizität sein. Funken können an elektrischen Arbeitsmaschinen, an den Leitungen, den Ausschaltern, den Sicherungen und unter Umständen auch an elektrischen Zündmaschinen auftreten. Ferner können glühende Drähte und, im Falle des Bruches, Glühlampen gefährlich werden; Bogenlampen sind es in jedem Falle. Man hat jedoch gelernt, die Gefahren der Elektrizität in hohem Maße unschädlich zu machen, so daß durch die Elektrizität verursachte Schlagwetterexplosionen außerordentlich selten sind.

Über die Entstehungsursachen der Schlagwetterexplosionen in Preußen in den Jahren 1900—1918 gibt Abb. 412 Aufschluß.

Auf die genannten 19 Jahre verteilen sich die Explosionen wie folgt: 59, 40, 22, 30, 35, 27, 28, 26, 36, 22, 41, 37, 22, 15, 20, 25, 24, 54 und 44.

58. — Erfolge in der Bekämpfung der Schlagwetterexplosionen. Schon die vorstehenden Zahlen lassen eine Verminderung der Gesamtzahl der Explosionen seit 1900 erkennen. Noch klarer zeigen sich die erzielten

[1]) Vgl. z. B. Bergbau 1913, Nr. 21, S. 340 u. 341: Gesteinsfunken als Ursache von Schlagwetterexplosionen; — ferner Zeitschr. f. prakt. Geologie 1909, S. 440; Canaval: Über Lichterscheinungen beim Verbrechen von Verbauen.

Digitized by Google

wenn man die Zahl der durch Schlagwetterexplosionen getöteten n zu der Förderung für einen längeren Zeitraum in Beziehung setzt, im folgenden geschehen ist. Auf eine durch eine Schlagwetter-n zu Tode gekommene Person entfiel in Preußen eine Förderung von:

539623	t	im Durchschnitt	der	Jahre	1881—1890,
1100810	„	„	„	„	„	1891—1900,
1772102	„	„	„	„	„	1901—1910,
2551064	„	„	„	„	„	1911—1920.

ach hat sich die Sicherheit gegen Schlagwetterexplosionen seit Ier Jahren bis zu dem Zeitraum von 1911—1920 nahezu verfünffacht, doch die Gruben erheblich tiefer und gefährlicher geworden sind.

— **Beschaffenheit der Explosionschwaden.** Die Nachschwaden llgemeinen durch Rauch und dichten Staub gekennzeichnet. Die che-Zusammensetzung der Gase wechselt stark und muß verschieden nachdem es sich um eine reine Schlagwetter- oder um eine gemischte eine reine Kohlenstaubexplosion gehandelt hat. Im Mittelpunkte losion kann der Sauerstoff der Luft verbraucht worden sein, ohne aber überall der Fall sein wird. An manchen Punkten wird auch rstoff im Überschuß vorhanden gewesen sein. Durch den Explosion-nd den Rückschlag werden die Schwaden sofort mit frischer Luft ander gewirbelt, so daß sich ein gewisser Sauerstoffgehalt sehr bald · Explosion überall wieder findet.

Stickstoffgehalt wird, da ein Teil des Sauerstoffs zu Wasser ver-st, verhältnismäßig erhöht erscheinen. Bei allen größeren Explo-nuß man auch mit dem Vorhandensein von Kohlenoxyd in den n rechnen. Kohlensäure findet sich selbstverständlich stets. Un-vird man folgende Zusammensetzung der Nachschwaden von ge-Explosionen annehmen können:

80—85	%	Stickstoff,
12—17	„	Sauerstoff,
4—7	„	Kohlensäure,
0,5—1,5	„	Kohlenoxyd.

h in starker Verdünnung mit Luft können solche Schwaden noch ig bleiben.

D. Mittel zur Erkennung der Schlagwetter.

— **Analyse.** Die genaue Feststellung des Gehaltes der Wetter an as muß durch chemische Analyse erfolgen. Es werden zu diesem Proben in Glasröhrchen genommen, die man durch Auslaufen von sich mit Gas erfüllen läßt. Insbesondere pflegt man durch regel-ch wiederholende Proben den Gasgehalt einzelner Teilströme sowie en des gesamten ausziehenden Stromes zu überwachen, um so diu der Wetterführung und die CH_4-Entwickelung im Verhältnis zur enge sicher beurteilen zu können.

den Bergmann in der Grube genügt aber diese an sich unentbehr-achträgliche Feststellung des Grubengasgehaltes nicht. Vielmehr

Digitized by Google

muß er ein Mittel haben, das Vorhandensein von Grubengas unmittelbar feststellen und den Prozentgehalt, wenn auch nur in roher Weise, abschätzen zu können.

61. — Schlagwetteranzeiger. Vorrichtungen zur Erkennung von Grubengas sind in übergroßer Zahl erfunden worden[1]), ohne daß freilich der Erfolg mit der aufgewandten Geistesarbeit in Einklang gekommen ist. Der dem Nicht-Bergmann naheliegende Gedanke, selbsttätige Warnvorrichtungen in der Grube überall da anzubringen, wo die Gefahr des Auftretens von schlagenden Wettern besteht, ist undurchführbar, weil diese Gefahr nur an wenigen Punkten ganz ausgeschlossen ist und weil die Baue in steter Veränderung und in ununterbrochenem Vorrücken begriffen sind. Auch ist ja mit der Schaffung einer Warnvorrichtung die Entzündungsgefahr noch nicht beseitigt.

Mehrfach ist bei den Anzeigern die mit Osmose bezeichnete, physikalische Eigenschaft der Gase benutzt, die darin besteht, daß das spezifisch leichtere Gas schneller als ein schwereres poröse Scheidewände, wie Tonscheiben oder Tierhäute, durchdringt. Wenn man daher ein Gefäß, dessen obere Öffnung mit einer Tierhaut überspannt ist, aus gewöhnlicher, atmosphärischer Luft in ein Gasgemisch bringt, das spezifisch leichtere Gase, wie z. B. CH_4, enthält, so geht die Wanderung des leichten Grubengases in das Gefäß durch die Haut schneller vor sich als die der schwereren Luft nach außen. So kommt es, daß in dem Gefäße zunächst ein Überdruck entsteht, der z. B. für die Betätigung einer Stromschlußeinrichtung an einer elektrischen Klingel benutzt werden kann.

Andere Vorrichtungen beruhen z. B. auf der Veränderung der Lichtstärke oder der Wärmeentwickelung von Flammen oder der Explosionsfähigkeit oder des spezifischen Gewichtes von Gasgemischen durch Hinzutritt von Grubengas. Ferner wird die Absorptionsfähigkeit von Platinschwamm gegenüber dem CH_4 benutzt. Eine zeitweise größere Beachtung hat die Schlagwetterpfeife von Haber gefunden, die das Auftreten von Schlagwettern hörbar macht[2]). In ihr sind zwei gleiche, geschlossene Pfeifen vereinigt, die, mit reiner Luft gefüllt, einen einheitlichen, gleichen Ton geben. Wenn aber eine der Pfeifen mit grubengashaltiger Luft gefüllt wird, treten durch Interferenz Tonschwebungen auf, die deutlich als Trillern zu unterscheiden sind. Bei Gemischen von 1—5 % Methan kann man den Gasgehalt in ganzen Prozenten ungefähr abschätzen. Zu einer betrieblichen Einführung der empfindlichen, verwickelt gebauten Vorrichtung ist es nicht gekommen.

62. — Das Interferometer. Von den vielen sonst vorgeschlagenen Vorrichtungen sei nur das Interferometer der Firma Karl Zeiß in Jena noch erwähnt. Es beruht auf den durch ein schmales Lichtbündel erzeugten Interferenzerscheinungen. Läßt man zwei solcher Lichtbündel durch zwei mit Fenstern verschlossene und mit dem gleichen Gasgemisch erfüllte Kammern gehen, so entsteht die gleiche Beugungserscheinung. Füllt man aber die eine Kammer mit einem anderen Gas, so wandert das betreffende Interferenz-

[1]) Glückauf 1913, Nr. 26, S. 1008 u. f.; Dr.-Ing. Forstmann: Die verschiedenen Bauarten von Wetteranzeigern.

[2]) Glückauf 1913, Nr. 50, S. 2049 u. f.; Beyling: Die Schlagwetterpfeife.

Digitized by Google

bild. Aus dem Maße der Abweichung des einen Bildes vom anderen kann auf die Zusammensetzung des Gases geschlossen werden, falls das Gemisch nur aus zwei Veränderlichen (hier Luft und Methan) besteht. Wasserdampf und Kohlensäure müssen also vor der Füllung der Gaskammern beseitigt

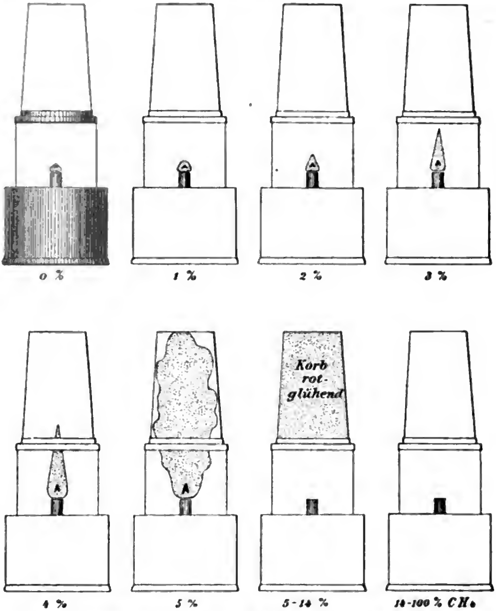


Abb. 413. Flammenerscheinungen der Benzinlampen in Schlagwettergemischen.

werden. Die Vorrichtung hat sich trotz ihrer durchaus nicht einfachen Bauart auch für Untersuchungen unter Tage als brauchbar erwiesen[1]). Eine Untersuchung dauert nur etwa eine Minute. Die Genauigkeit beträgt annähernd 0,05 %. Es ist anzunehmen, daß die Vorrichtung größere Verbreitung finden wird.

63. — Die Sicherheitslampe als Erkennungsmittel für Schlagwetter. Das einzige Erkennungsmittel für schlagende Wetter, das sich bisher in der Hand des Bergmanns als brauchbar erwiesen hat, ist die gewöhnliche Sicherheitslampe.

[1]) Glückauf 1913, Nr. 2, S. 47 u. f.; Dr. Küppers: Die Bestimmungen des Methangehaltes der Wetterproben mit Hilfe des tragbaren Interferometers.

Digitized by Google

Das Vorhandensein von Grubengas in der Luft äußert sich in einer Verlängerung der Lampenflamme, die namentlich bei klein eingestellter Flamme gut sichtbar ist. Es bildet sich nämlich über dem ursprünglich vorhandenen, schmalen, blauen Flammensaum ein blaß hellblau gefärbter, durchsichtiger Flammenkegel (Aureole), aus dessen Höhe man auf den Gasgehalt schließen kann.

Die Sichtbarkeit des Lichtkegels ist bei Benzin- und bei Ölbrand verschieden. An der Benzinflamme, die eine größere Hitze liefert, sind Schlagwetter schon von 1% Grubengasgehalt an zu erkennen. Die Erscheinungen sind in der Abb. 413 dargestellt. Bei 1 und 2 % ist die Flammenverlängerung nur gering. Bei 3 % CH_4 steht die Spitze des Flammenkegels etwas unter dem oberen Rand des Glaszylinders, bei 4 % einen Finger breit darüber, bei 5 % erreicht sie den Deckel des Drahtkorbes und breitet sich gleichzeitig aus; bei mehr als 5 % erlischt die eigentliche Lampenflamme, während die Schlagwetter im Korbe solange fortbrennen, wie frische Schlagwetter in den Korb nachströmen können; bei mehr als 14 % erlischt die Flamme ganz. Bei Ölbrand sind die Erscheinungen ähnlich. Jedoch sind hier die Schlagwetter erst von 2 % an mit einiger Sicherheit zu erkennen.

Ein Übelstand ist, daß man mit einer Sicherheitslampe gerade die obersten, also grubengasreichsten Luftschichten in einer Strecke nicht untersuchen kann. Hier kann ein explosibles Gemisch vorhanden sein, ohne daß es die Lampe anzeigt.

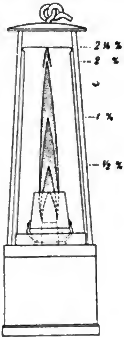


Abb. 414 Flammenerscheinungen der Pieler-Lampe in Schlagwettergemischen.

64. — Besondere Untersuchungslampen. Bei den gewöhnlichen Benzin- und Öllampen wird die Beobachtung und die Feststellung geringerer Prozentsätze Grubengas durch die Leuchtkraft der Lampe und die Spiegelung des Glaszylinders gestört. Geeigneter für das Abprobieren der Wetter auf Grubengas sind deshalb Lampen ohne Glaszylinder mit einem Brennstoff, der zwar eine große Hitze entwickelt, aber wenig leuchtet.

Eine solche Untersuchungslampe, die zwar scharf arbeitet, aber auch nur zur Untersuchung, nicht als Geleucht zu benutzen ist, ist die Pieler-Lampe (Abb. 414). Als Brennmaterial gebraucht man absoluten Alkohol oder Methylalkohol, der durch Watte aufgesaugt sein muß. Ein kleiner Blechschornstein blendet den Lichtschein der Flamme ab. Ein Glaszylinder fehlt. Vor dem Abprobieren wird zweckmäßig die Flamme in grubengasfreier Luft so eingestellt, daß die Spitze des Flammenkegels mit der Oberkante des Blechschornsteins abschneidet. Man kann mit solcher Lampe schon ¼ % CH_4 in der Luft erkennen, bei 2¼ % erreicht die Spitze des Flammenkegels bereits den Deckel des Drahtkorbes. Wo mehr als 2 % CH_4 zu vermuten sind, verwendet man zweckmäßig die Lampe nicht mehr.

Ganz besonders gut läßt eine Wasserstofflamme die Schlagwetter erkennen, weil sie eine außergewöhnliche Hitze gibt und doch nur wenig

Digitized by Google

leuchtet. Jedoch ist die Verwendung des Wasserstoffgases in Sicherheitslampen mit Umständlichkeiten verknüpft, so daß die auf seiner Benutzung beruhenden Untersuchungslampen (die Clowes[1])- und die Hempel[2])-Lampe) sich nicht in größerem Umfange haben einbürgern können.

E. Etwas über die physikalischen Verhältnisse der Grubenwetter.

65. — Gewicht der Grubenwetter. Das oben für 1 cbm Luft angegebene Gewicht von 1,293 kg kann für die tatsächlichen Verhältnisse einer Grube nicht zutreffen, da wohl nie die Voraussetzungen von 0° 760 mm Druck und völliger Trockenheit für Grubenwetter gegeben sein werden. Für genaue Rechnungen sind deshalb Druck und Temperatur der Luft und Spannung des Wasserdampfes zu berücksichtigen. Wenn man den Barometerstand mit H, die Temperatur mit t und die Spannung des Wasserdampfes (in mm Quecksilber) mit f bezeichnet, so wiegt 1 cbm Luft

$$\frac{1{,}293\left(H-\frac{3}{8}f\right)}{\left(1+\frac{t}{273}\right)760}\text{ kg}$$

Hiernach errechnet sich z. B. das Gewicht von 1 cbm Luft bei 766,5 mm Barometerstand, 20° C und voller Sättigung (f=17,4; s. S. 448) auf rd. 1,2 kg.

66. — Volumenvermehrung der Grubenwetter. Messungen ergeben, daß gewöhnlich die ausziehende Wettermenge bedeutend größer als die einziehende ist. Es hat also eine Volumenvermehrung der Grubenwetter stattgefunden.

Beispielsweise betrug im Jahre 1900 auf 33 Gruben des Ruhrbezirks die einziehende Wettermenge 100521 cbm, dagegen die ausziehende Wettermenge (unter Tage) 110156 cbm, so daß sich eine Zunahme von 9635 cbm oder 9,6 % des Einziehstromes ergibt.

Diese Volumenvermehrung der Grubenwetter ist in erster Linie auf die eintretende Erwärmung und die Wasserdampfaufnahme, sodann aber auch auf die Aufnahme fremder Gase und auf die Wirkung der Depression und des verschiedenen Luftdruckes an den Messungspunkten zurückzuführen.

Infolge der Temperaturerhöhung nimmt das Volumen nach dem Gay-Lussacschen Gesetze im Verhältnis der absoluten Temperaturen zu. Bei einer Erwärmung der Wetter von beispielsweise 9° auf 25° C wächst das Volumen verhältnismäßig von 273 + 9 auf 273 + 25 oder von 282 auf 298 (d. i. um 5,67 %).

Was den Feuchtigkeitsgehalt betrifft, so steigt und fällt das Volumen mit der Spannung des in der Luft enthaltenen Wasserdampfes (s. Zahlentafel auf S. 448). Wenn die einziehende Luft z. B. 9° C und 75 % Sättigung und der ausziehende Strom 25° C und volle Sättigung besitzt, so betragen die

[1]) Österr. Zeitschr. f. Berg- u. Hüttenwesen 1894, S. 315 u. 397; — ebenda 1895, S. 183.
[2]) Katalog der Firma Friemann u. Wolf, Zwickau, 1907.

Digitized by Google

Spannungen des Wasserdampfes 6,5 und 23,6 mm. Die Erhöhung der Spannung beträgt also 17,1 mm, sie würde in einem geschlossenen Raume den Luftdruck von beispielsweise 760 auf 777,1 mm steigern. Wenn aber der Druck derselbe bleibt, kommt die vergrößerte Spannung in einer entsprechenden Ausdehnung oder Vergrößerung des Volumens zum Ausdruck. Diese Volumenvermehrung beträgt somit 17,1 auf 760 oder 2,25 %.

Die Volumenvermehrung der Grubenwetter, die auf Erwärmung und Zunahme des Feuchtigkeitsgehaltes zurückzuführen ist, wird im Winter größer sein als im Sommer; ebenso wird sie in heißen und tiefen Gruben größer sein müssen als in flachen und kühlen.

Die Vermehrung der Grubenwetter durch ausströmende Gase ist nicht sonderlich groß. An erster Stelle wird auf Steinkohlengruben das Grubengas stehen, dessen Gehalt im ausziehenden Strome auf ½ % und darüber steigen kann, in der Regel freilich weniger beträgt. Die Aufnahme an Kohlensäure pflegt in der Hauptsache mit einer entsprechenden Verminderung des Sauerstoffs Hand in Hand zu gehen. Die aus der Kohle oder dem Gestein ausströmende, also nicht erst durch Oxydation gebildete Kohlensäure ist nach der Menge verhältnismäßig gering, ebenso wie die Ausströmung sonstiger Gase (Stickstoff, Wasserstoff) zahlenmäßig ohne Bedeutung sein wird.

Auch die Sprengarbeit liefert nur wenig Gase im Verhältnis zur Gesamtwettermenge. Eine Grube mit 2000 t täglicher Förderung verbraucht hierfür ungefähr 160 kg Sprengstoffe, die, abgesehen vom Wasserdampfe, nur etwa 400 l Gase je 1 kg, insgesamt also 64 cbm in 24 Stunden liefern. Diese Menge spielt gegenüber der Gesamtwettermenge keine Rolle.

Viel bedeutender ist der Einfluß der Druckluftzufuhr. Der Kompressor einer Grube von 2000 t Förderung mag 25000 cbm Luft stündlich ansaugen und in die Grube befördern. Bei 14stündigem Betriebe des Kompressors am Tage sind das schon 350000 cbm, während der Gesamtwetterbedarf der Grube in 24 Stunden sich vielleicht auf rund 7800000 cbm (= 5400 cbm minutlich) stellt. Die ausströmende Druckluft würde bei dieser Annahme also etwa 4,4 % der Gesamtwettermenge betragen; die örtliche Bedeutung kann in Teilströmen, z. B. für Abbaubetriebe mit maschineller Schrämarbeit und für Rutschenbetriebe, erheblich größer sein.

Im großen Durchschnitt wird man die Wettervermehrung durch Ausströmung des Grubengases, der Kohlensäure und anderer Gase, durch Sprengarbeit und durch Druckluftzufuhr auf etwa 3,5 % schätzen können.

Schließlich stehen die Wetter bei der meist üblichen, saugenden Bewetterung in der Nähe des ausziehenden Schachtes unter höherer Depression, also unter geringerer Spannung als im einziehenden Strome. Es ergibt sich somit ein Spannungsunterschied der Luft an beiden Stellen, der eine Volumenvermehrung für den ausziehenden Strom im Gefolge haben wird. Dieser Spannungsunterschied erscheint noch bedeutender, wenn man, wie es häufig der Fall ist, die Messungen im einziehenden Strome auf einer tieferen Sohle als im ausziehenden Strome vornimmt. Ein Höhenunterschied von 100 m ergibt z. B. für den ausziehenden Strom einen angenähert um $\frac{100000}{773}$ = rund 130 mm Wassersäule niedrigeren Druck. Rechnet man die Ventilatordepression hinzu, so wird der Druckunterschied leicht 200 mm er-

reichen, die bei einem Atmosphärendrucke von 10300 mm Wassersäule nahezu 2 % ausmachen, also eine entsprechende Volumenvermehrung bewirken müssen.

Bei den angenommenen Zahlen haben wir folgende Volumenvermehrung gefunden:

5,7 % durch Erwärmung,
2,3 % durch Wasserdampfaufnahme,
4,4 % durch zuströmende Gase (insbesondere Druckluft),
2,0 % durch Druckverminderung im ausziehenden Strom,

Summe: ~ 14,4 %.

III. Der Kohlenstaub[1].

A. Allgemeines.

67. — Entstehung und Verbreitung des Kohlenstaubes in Steinkohlengruben. Der Kohlenstaub in Steinkohlengruben entsteht teils durch die zermalmende Wirkung des Gebirgsdruckes, teils durch die Zerkleinerung der Kohle bei den Gewinnungsarbeiten und der Förderung. Den meisten Staub entwickeln im Ruhrbezirke die Fettkohlenflöze, namentlich die der unteren Gruppe, und einige Magerkohlenflöze. Der durch den Gebirgsdruck erzeugte Staub findet sich besonders auf den Schlechten im Kohlenstoß abgelagert und ist meist sehr fein. Dieser sowohl wie auch der bei den Gewinnungsarbeiten entstehende Staub setzt sich teils an Ort und Stelle ab, teils gelangt er mit der Kohle in die Förderwagen oder wird durch den Wetterstrom in die Wetterstrecken geführt und dort abgelagert. Bei der Förderung fallen Kohlenstücke aus den Wagen und werden von fahrenden Personen oder Pferden zertreten. In den Wagen selbst entsteht durch das Zusammenrütteln der Kohle ebenfalls Staub. Dieser wird von den Förderwagen auf dem Wege zum Schachte durch den in entgegengesetzter Richtung sich bewegenden Wetterstrom teilweise abgeweht, und zwar in um so größeren Mengen, je größer die Geschwindigkeit der Förderwagen und der Wetter ist. Dieser abgewehte Staub ist sehr fein, puderartig oder rußig. Er lagert sich auf den Streckenstößen und der Streckenzimmerung ab und kann im Laufe der Zeit sich zu großen und gefährlichen Mengen selbst auf Gruben ansammeln, an deren Gewinnungspunkten nur wenig Staub zu bemerken ist. Seine Feinheit und Trockenheit läßt sich erkennen, wenn man ihn mit dem Munde aufbläst und sein kürzeres oder längeres Sprühen an der Flamme einer Sicherheitslampe beobachtet. Der Staub in den Hauptförderstrecken ist wegen seiner Feinheit besonders gefährlich, so daß ihm in England vorzugsweise Beachtung geschenkt wird. Auch bei uns muß stete Aufmerksamkeit auf die Verstaubung der Hauptförderstrecken verwandt werden, damit nicht etwaige örtliche Explosionen auf große Entfernungen hin sich fortpflanzen. Schließlich entsteht auch bei der Sieberei und Verladung trockener, staubiger Kohle über Tage viel Staub, der, wenn die

[1]) Der Abschnitt über den Kohlenstaub ist unter Mitwirkung des Leiters der Versuchstrecken bei Dortmund, Bergassessors Beyling, bearbeitet.

Digitized by Google

Verladungsanlage nahe am einziehenden Schachte liegt, mit der Luft in diesen geführt werden kann, um sich in ihm oder in den von ihm ausgehenden Strecken abzulagern.

68. — **Die Kohlenstaubexplosion.** Der Kohlenstaub ist, wenn er in der Luft aufgewirbelt wird, in ähnlicher Weise wie ein Schlagwettergemisch explosionsgefährlich. Eine in Kohlenstaubwolken einmal eingeleitete Explosion kann sich, wenn die Bedingungen der Explosion erhalten bleiben, auf unbegrenzte Entfernungen hin fortpflanzen.

Die Erscheinung der Staubexplosion ist auch sonst nicht unbekannt. In Mühlen ereignen sich bisweilen heftige und gefährliche Mehlstaubexplosionen. In Braunkohlenbrikettfabriken, in denen viel feiner, trockener Braunkohlenstaub vorhanden ist, kommen häufig verhängnisvolle Staubexplosionen vor. Glücklicherweise kommt eine Explosion in Steinkohlengruben schwieriger zu stande, als in Mühlen und in Braunkohlenbrikettfabriken, in denen schon wenig dichte Staubwolken und einfache Funken oder offenes Licht genügen.

Bei der Explosion des Staubes in Steinkohlengruben sind zwei Vorbedingungen zu unterscheiden: es ist zunächst die Bildung einer ziemlich dichten Staubwolke erforderlich, in die darauf eine Flamme hineinschlagen muß. Die gewöhnlichen Zündungsursachen einer Staubexplosion in der Grube sind entweder ein Sprengschuß oder eine Schlagwetterexplosion. Beide haben einen kräftigen Luftstoß, der die Staubaufwirbelung veranlaßt, und eine kurz darauffolgende Flamme gemeinsam. Fast alle Staubexplosionen in der Grube sind auf diese Weise entstanden. Völlig ausgeschlossen ist freilich die Entstehung durch offenes Licht oder eine sonstige einfache Flamme nicht. Wenn die Umstände günstig für die Explosion liegen, wenn insbesondere eine genügend dichte Wolke leicht entzündlichen Staubes durch einen kräftigen Wetterzug über und durch die Flamme getrieben wird, so ist auch auf diese Weise die Einleitung der Explosion möglich[1]). Auch die Fortpflanzung der Explosion verläuft in der angedeuteten Weise. Ein Luftstoß, der die Aufwirbelung einer dichten Kohlenstaubwolke veranlaßt, geht voraus, und die Flamme folgt nach. Beide Vorgänge finden in der einmal eingeleiteten Explosion ihre fortwirkende Ursache.

Die Staubmenge, die in einer Strecke mindestens vorhanden sein muß, um die Explosion fortzupflanzen, schätzt Taffanel, der Leiter der französischen Kohlenstaubversuchstrecke zu Liévin, auf etwa 112 g je Kubikmeter. Diese Zahl hat man bei Versuchen auf der bei Dortmund belegenen Versuchstrecke der Knappschafts-Berufsgenossenschaft bestätigt gefunden, wenn es sich um eine reine, durch einen Sprengschuß eingeleitete Kohlenstaubexplosion handelte. Wenn dagegen die Kohlenstaubexplosion durch eine Schlagwetterexplosion eingeleitet wurde, so genügten schon 70 g je Kubikmeter Luft, um die Explosion fortzupflanzen. Die Staubgefahr ist also auf schlagwettergefährlichen Gruben größer als auf schlagwetterfreien.

69. — **Gefährlichkeit verschiedener Staubsorten.** Auf die Gefährlichkeit des Staubes sind die chemische Zusammensetzung und

[1]) Ann. d. min. (Paris) 1912, t. II, S. 201; Taffanel: Nouvelles expériences etc.

das physikalische Verhalten der Kohle von entscheidendem Einfluß. Wenn alle Kohlen die gleiche Neigung zur Staubbildung hätten und wenn sie außerdem sämtlich bei gleicher Temperatur das eingeschlossene Gas freigäben, so wäre wohl der Staub der gasreichsten Kohle am gefährlichsten. In Wirklichkeit ist dies nicht der Fall, sondern der Staub der gasreichen Flamm- und Gaskohle ist erheblich ungefährlicher als der der Fettkohle, die nicht nur zur Staubbildung neigt, sondern auch leichter entgast.

Selbst bei künstlich hergestellter, gleicher Staubfeinheit zeigt sich dieser Unterschied. Winkhaus hat die in Westfalen vorkommenden Kohlenarten vermahlen und die Entzündlichkeit des so geschaffenen Staubes unter der Wirkung ausblasender Schüsse in der Versuchstrecke festgestellt. Der Fettkohlenstaub mit etwa 25—30 % Gas war am leichtesten entzündlich, schwerer der Gas- und Gasflammkohlenstaub, am schwersten entzündlich war der Magerkohlenstaub[1]).

Wenn somit alle im Ruhrbezirke vorkommenden Staubsorten unter der unmittelbaren Wirkung eines ausblasenden Schusses entzündlich zu sein scheinen, so ist eine andere Frage, ob die eingeleitete Explosion die Fähigkeit der selbständigen Fortpflanzung über den unmittelbaren Bereich des zündenden Schusses hinaus besitzt. Taffanel glaubt nach seinen Versuchen annehmen zu können, daß die Staubgefahr sehr gering ist, wenn der Gehalt der Kohle an flüchtigen Bestandteilen auf weniger als 18 % sinkt. Beyling mußte, um in der berufsgenossenschaftlichen Strecke bei Dortmund mit Magerkohlenstaub mit etwa 16 % Gas eine selbständig fortlaufende Explosion zu erhalten, bereits 700 g Staub je Kubikmeter Streckenraum streuen. Es ist das eine so große Staubmenge, wie sie auf Magerkohlengruben unter Tage kaum je vorhanden sein wird. Diese Feststellungen über die verhältnismäßig geringe Gefährlichkeit des Magerkohlenstaubes werden jedenfalls durch die Erfahrungen des Betriebes bestätigt.

70. — Erscheinungen bei Kohlenstaubexplosionen. Bezeichnend für Kohlenstaubexplosionen ist die eintretende Verkokung des Staubes. Ob allerdings nach der Explosion sichtbare Koksspuren hinterbleiben, hängt von der Backfähigkeit der Kohle ab. Fettkohlenstaub liefert große, zusammenhaftende Kokskrusten. Nicht backender Kohlenstaub fühlt sich nach der Explosion scharf und gleichsam sandig an und hat seine Weichheit verloren. Bisweilen ist die mikroskopische oder chemische Staubuntersuchung nötig, um die etwaige Einwirkung höherer Temperaturen festzustellen.

Die Koksspuren der Explosion sind von Bedeutung, wenn man den Herd und damit die Ursache der Explosion ermitteln will. Ähnlich wie in der Regel bei einer Schlagwetterexplosion erleidet auch bei einer Kohlenstaubexplosion deren Herd gewöhnlich keine starken Zerstörungen. Solche treten erst in einiger Entfernung auf. Es erklärt sich dies dadurch, daß zunächst die Explosion langsam verläuft, daß aber die Schnelligkeit des Vorganges schnell zunimmt, wenn das Explosionsgemisch vor der Entzündung zusammengeschoben und auf einen höheren Druck gebracht wird. Unter solchen Umständen kann die Explosionschnelligkeit auf mehrere hundert Meter in der Sekunde steigen, wobei dann auch die Kraftäußerungen gewaltig anwachsen.

[1]) Sammelwerk Bd. VII, S. 507.

Digitized by Google

Man hat nun in England und bei uns bei Untersuchung großer Explosionen häufig die Beobachtung gemacht, daß sich die Kokskrusten vorzugsweise an der dem Explosionsherd entgegengesetzten Seite der Zimmerung ablagern. Von englischer Seite ist dies damit erklärt worden, daß der Koks sich erst beim Rückschlag bildet. Eine einfachere, von Meißner ausgesprochene Erklärung geht dahin, daß der erste Luftstoß die der Explosion zugekehrten Seiten der Hölzer reinfegt, während die folgende Flamme gerade hinter Vorsprüngen (gewissermaßen im Windschatten) zur Entfaltung kommen kann und hier den auf den Rückseiten verbliebenen Staub verkokt. Bei kleinen Explosionen hat man im Gegensatz zu dem vorher Gesagten vielfach Kokskrusten auch auf der der Explosion zugekehrten oder auf beiden Seiten der Hölzer gefunden, eine Tatsache, die mit der Meißnerschen Erklärung sich leicht vereinigen läßt, weil in diesem Falle die Kraft des Luftstoßes zu gering war oder sehr bald ein Hin- und Herwallen der Explosionsflamme stattfand.

71. — **Statistik der Kohlenstaubexplosionen.** Die amtliche preußische Statistik scheidet erst seit dem Jahre 1903 die reinen Kohlenstaubexplosionen von den Schlagwetterexplosionen. Als reine Kohlenstaubexplosionen sind darin bisher folgende gezählt worden:

Reine Kohlenstaubexplosionen in Preußen.

Jahre	Gesamtzahl der Explosionsfälle	Dabei verunglückte Personen			Betroffene Gruben
		tot	verletzt	zusammen	
1903—06	14	40	20	60	14
1907—10	11	6	18	24	10
1911—14	3	2	3	5	3
1915—18	16	52	33	85	16
1919—20	4	53	27	80	4

B. Bekämpfung der Kohlenstaubgefahr.

72. — **Einleitende Bemerkungen.** Während man Schlagwetter am besten dadurch bekämpft, daß man sie durch einen genügend starken Wetterstrom verdünnt und aus der Grube führt, versagt dieses Mittel beim Kohlenstaub. Man kann sogar sagen, daß ein starker Wetterstrom die Kohlenstaubgefahr erhöht. Denn er trocknet die Grube aus, führt den Staub mit sich fort, verbreitet ihn und trägt ihn auch dahin, wohin er ohne den starken Luftstrom nicht gekommen wäre.

Der Gedanke liegt nahe, den Staub aus der Grube durch sorgfältiges Abkehren und Fortschaffen zu beseitigen. Bei den vielen, der Reinigung unzugänglichen Punkten und der fortwährend erneuten Stauberzeugung ist es aber eine Unmöglichkeit, auf diese Weise die Grube wirklich staubfrei zu machen und in diesem Zustande zu erhalten. Statt dessen ist es richtiger, dem nie völlig vermeidbaren Staube seine Explosionsgefährlichkeit zu nehmen. Dies kann durch Anwendung des Wassers (oder unter Umständen

Digitized by Google

auch anderer Flüssigkeiten, z. B. der Chlormagnesiumlauge) oder des Gesteinstaubes geschehen.

Außerdem unterscheidet man zwischen der allgemeinen Verwendung des Bekämpfungsmittels an allen Punkten, wo Staub entsteht oder vorhanden ist, also z. B. auch an den Arbeitspunkten, und der sog. Sperrensicherung. Während jene die Entstehung jeder Staubexplosion verhüten soll, soll diese die Fortpflanzung der einmal entstandenen Explosion begrenzen, indem die Verbindungswege zwischen den einzelnen Teilen des Grubengebäudes an dafür besonders geeigneten Punkten unfähig zur Fortleitung der Explosion gemacht werden.

73. — **Anwendung des Wassers.** Die sichernde Wirkung des Wassers beruht darauf, daß es, in genügender Menge angewandt, die Bildung der für die Fortpflanzung der Explosion erforderlichen Staubwolke verhindert und außerdem die etwa entstehende Flamme bis zum Erlöschen abkühlt. Damit steht im Einklange, daß bei allen größeren Grubenexplosionen stets die Explosion an nassen Feldesteilen zum Stillstand gekommen ist. Enthält der Staub eine seiner eigenen Gewichtsmenge etwa gleiche Menge Wasser, so ist er überhaupt nicht mehr explosionsgefährlich.

Für die Benutzung des Wassers kennt man die beiden älteren Verfahren der Stoßtränkung und der Berieselung, wozu neuerdings noch die Verwendung in Kippgefäßen gekommen ist.

Das von Meißner angegebene Stoßtränkverfahren (vgl. S. 157 u. f. dieses Bandes) wird zurzeit nicht mehr angewandt.

74. — **Berieselung.** Die Berieselung ist auf den meisten westfälischen, Aachener und den Saarbrücker Gruben durchgeführt. Hierfür sind die Gruben mit Spritzwasserleitungen ausgerüstet, an die nach Bedarf Handschläuche angeschlossen werden, um damit die Arbeitspunkte und ganze Streckenteile gründlich abspritzen zu können.

Neben der mit Hand vorgenommenen Berieselung werden in wichtigen Förder- und Wetterstrecken auch Wasserbrausen angebracht, die mehr oder weniger dauernd arbeiten und die Strecken und den Wetterstrom feucht erhalten sollen. Diese wohl als „Nebelbildner“ bezeichneten Brausen zerstäuben das Wasser bis zu einem feinen Nebel, der vom Wetterstrom auf größere Entfernungen fortgetragen wird.

Noch in anderer Anwendungsform erscheint die Berieselung bei der Befeuchtung der mit Kohlen beladenen Förderwagen. Am Fuße der Bremsberge oder an den sonstigen Sammelpunkten der Streckenförderung sind über dem Geleise der vollen Wagen Brausen angebracht. Beim Vorbeifahren betätigen die Wagen, sei es mit dem Wagenkasten oder mit den Rädern, einen Anschlag, der das Ventil solange öffnet, wie der Wagen sich unter der Brause befindet. Es wird also die oberste Kohlenlage angefeuchtet, so daß Staubentstehung bei dem Rütteln der Wagen während der Förderung hintangehalten wird und der sonst oben auf den Kohlen liegende Staub von dem scharfen Wetterstrome, der in den Förderstrecken zumeist herrscht, nicht mitgerissen werden kann.

75. — **Ausführung der Berieselungsanlage.** Das für die Berieselung benutzte Wasser pflegt entweder Deckgebirgswasser zu sein, das hinter der Schachtverkleidung abgezapft wird, oder aus den Zuflüssen der oberen

Digitized by Google

Sohlen in Vorrats- und Klärbehältern gesammelt zu werden. Wo dieses Wasser nicht ausreicht, benutzt man auch trotz der höheren Kosten Leitungswasser. Mergel- und Leitungswasser sind reiner als das gesammelte Grubenwasser. Ein geringer Salzgehalt ist für die Berieselung unschädlich. Bei höheren Gehalten an löslichen Bestandteilen bilden sich jedoch Ansätze, die Verstopfungen im Gefolge haben. Sehr schädlich wirken saure Wasser auf Leitungen und Dichtungen.

Der Wasserbedarf für Berieselungszwecke schwankt von etwa 20 bis 100 l je Tonne geförderte Kohle. Die genaue Feststellung ist schwierig, weil das Wasser vielfach und manchmal sogar hauptsächlich auch für andere Zwecke (Betrieb von Motoren und Strahldüsen, Tränken der Pferde) benutzt wird.

Für die Leitungen sind die Rohrweiten so zu wählen, daß nach Fertigstellung des Rohrnetzes die Wassergeschwindigkeit voraussichtlich 1 m nicht zu überschreiten braucht. Hierfür genügen Rohrweiten von 80—120 mm in den Schächten bis herab zu 20—25 mm in den Abbaustrecken.

Die Rohre sind zumeist überlappt geschweißt und werden zweckmäßig vor der Benutzung auf Druck geprüft. Die Verbindung der Rohre zu Leitungen erfolgt fast allgemein und am besten durch Flanschen. Gewinderohre sind zwar billiger und haben auch den Vorteil des bequemeren ersten Einbaues. Sie lassen sich aber schwieriger dicht halten, und das Auswechseln einzelner Stücke ist recht umständlich. Vorteilhafterweise erhalten die Rohre eine innere und äußere Verzinkung oder einen äußeren Asphaltüberzug. Letzterer soll die Rohre namentlich gegen die Einwirkungen von Tropfwasser schützen.

Das Kaltbiegen der Rohre zum Zwecke des Verlegens ist bei scharfen Krümmungen nicht empfehlenswert. Für rechtwinklige Biegungen wendet man gewöhnlich gußeiserne oder schmiedeeiserne Krümmer an. Im übrigen werden nach Bedarf Absperrvorrichtungen, Abzweigestücke, Schlauchansätze, Drei- und Vierwegestücke in die Leitung eingeschaltet.

Zur Absperrung dienen gewöhnlich bei den weiteren Rohren Schieber, bei Rohren von 30—60 mm Durchmesser Ventile und bei den engeren Rohrleitungen neben den Ventilen auch Hähne. Am dichtesten lassen sich die Ventile halten; Schieber und Hähne sind aber einfacher und billiger, auch behindern sie den Wasserdurchgang weniger. Bei plötzlichem Schluß, der bei Ventilen nicht möglich ist, veranlassen Hähne leicht Wasserschläge.

Für die Berieselung braucht man bis zu 10 m lange Handschläuche aus Gummi, die in Abbauen bleibend angeschlossen sind und in den Strecken je nach Bedarf bald hier, bald dort durch Hydranten mit der Leitung verbunden werden. Als Betriebsdruck an der Verwendungstelle sind 5—10 Atmosphären reichlich genug. Man findet aber vielfach einen sehr viel höheren Druck, da man ihn für die verschiedenen Sohlen nicht ohne weiteres heruntersetzen kann. Jedoch haben manche Gruben auf jeder Sohle einen Wasser-Sammelbehälter für die Berieselung der nächsttieferen Sohle angelegt.

Die Gesamtlänge der Berieselungsleitungen einer Grube schwankt naturgemäß in weiten Grenzen. Während sie für viele Schachtanlagen 25000—40000 *m* beträgt, steigt sie auch weit darüber hinaus und belief

Digitized by Google

sich z. B. auf Zeche Shamrock I/II im Jahre 1903 schon auf 136700 m. Die Anlagekosten sind mit etwa 2,50—3,00 ℳ je lfd. Meter anzunehmen.

Die Betriebskosten einschl. Tilgung und Verzinsung betragen durchschnittlich 10 ₰ je Tonne Förderung. Für Westfalen werden die Kosten auf 3—16 ₰, für Saarbrücken auf 6—13 ₰ berechnet.

76. — **Vor- und Nachteile der Berieselung.** Unzweifelhaft wird durch die Berieselung die Explosionsgefahr auf den Steinkohlenbergwerken wesentlich verringert. Es beweisen dies die auf S. 476 mitgeteilten Zahlen: Die Einführung der Berieselung fällt etwa in die Jahre 1898—1901, so daß man wohl berechtigt ist, das Jahrzehnt 1891—1900 mit durchschnittlich 1100860 t jährlicher Förderung auf eine durch Grubenexplosionen getötete Person mit dem Jahrzehnt 1901—1910 mit 1772102 t auf eine tödliche Verunglückung in Vergleich zu stellen. Die seit der Einführung der Berieselung in Westfalen vorgekommenen Explosionsfälle, die Massenunglücke im Gefolge hatten, sind anscheinend reine Schlagwetterexplosionen gewesen, die allerdings durch die Berieselung nicht verhindert werden konnten.

Im übrigen ist der Einfluß der Berieselung auf den Grubenbetrieb teils günstiger und teils ungünstiger Art.

Günstig ist, daß man im Druckwasser überall in der Grube eine bequeme und billige Antriebskraft zur Hand hat, die für die verschiedentlichen Betriebszwecke, namentlich aber für die Wetterführung, häufig und mit Leichtigkeit ausgenutzt wird. Die Sonderbewetterung hat, gestützt auf das Berieselungsrohrnetz, eine früher ungeahnte Verbreitung gefunden. Die Bewetterung von Streckenbetrieben (Querschlägen, Grundstrecken, Aufhauen) hat einen großen Teil ihrer früheren Schwierigkeiten verloren. Auch für die maschinelle Bohrarbeit bedeutet das Vorhandensein von Druckwasser zum Ausspritzen der Bohrlöcher und zur Niederschlagung des Staubes eine große Annehmlichkeit. Ferner hat manch ein Grubenbrand, der andernfalls Gefahren und schweren Schaden für die Grube im Gefolge gehabt hätte, im Keime erstickt werden können.

In gesundheitlicher Beziehung hat die Berieselung durch Beseitigung des bei der Kohlengewinnung im Übermaß sich entwickelnden Staubes gute Dienste getan. Hierhin gehört auch die durch die Zufuhr kalten Wassers eintretende Herabkühlung der Temperatur.

Den Vorteilen der Berieselung stehen allerdings auch, abgesehen von den Kosten, mannigfache Nachteile gegenüber. Die vermehrte Feuchtigkeit hat häufig ein Quellen des Nebengesteins zur Folge. Der Druck wird vorzeitiger rege, die Kosten für den Ausbau der Strecken steigen, und unter Umständen kann die Bauwürdigkeit gewisser Flöze in Frage gestellt werden. Bei steiler Lagerung kann, wenn das quellende Gebirge dazu neigt, sich in Schalen zu lösen, eine erhöhte Stein- und Kohlenfallgefahr eintreten. In solchen Fällen hat die Bergbehörde Ausnahmen von der Verpflichtung zur Befeuchtung zugelassen. Die Gefahr der Wurmkrankheit wird durch Zufuhr von Wasser in sonst vielleicht trockene Grubenräume erhöht. Die Sättigung der Luft mit Wasserdampf wird beschleunigt, wodurch die Arbeitsfähigkeit der Menschen vermindert wird. Es wird so der Vorteil der Kühlung der Grubenwetter zum Teil wieder ausgeglichen. Nicht zu bezweifeln ist ferner,

Digitized by Google

daß die Kohlen infolge der Berieselung unansehnlicher werden und daß sie bei Frostwetter über Tage leichter zusammenfrieren.

Trotzdem wird man in gerechter Abwägung der Vor- und Nachteile sagen müssen, daß die Berieselung nicht allein segensreich mit Bezug auf

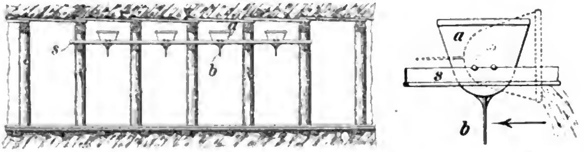


Abb. 415. Kruskopfsche Kippgefäße, unter der Firste angeordnet, als Sperrensicherung.

Verhütung der Unfälle gewirkt hat, sondern daß sie für manche Gruben auch vom rein wirtschaftlichen Standpunkte mehr Nutzen als Schaden gebracht hat.

77. — Verwendung des Wassers in Kippgefäßen. Diese Einrichtungen fallen in das Gebiet der Sperrensicherung (s. Ziff. 72). Es liegt ihnen der Gedanke zugrunde, daß an bestimmten, sorgfältig ausgewählten Punkten des Grubengebäudes ein reichlicher Vorrat an Explosionslöschmitteln (hier also Wasser) in leicht kippbaren Gefäßen aufgespeichert wird, die infolge des Explosionstoßes umkippen, ihre Ladung in die Explosionsflamme ergießen und diese zum Erlöschen bringen. Die Abbildungen 415—417 zeigen Einrichtungen, wie sie von der Firma H. u. E. Kruskopf zu Dortmund vorgeschlagen und in einzelnen Fällen an Zechen geliefert sind. Abb. 415 zeigt vier Kippgefäße *a*, die unter der Firste einer Strecke auf Trageschienen angeordnet sind. Jedes Gefäß *a* trägt unten einen Flügel *b*, gegen den der Explosionstoß drückt.

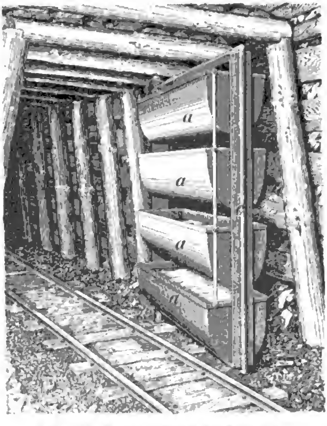


Abb. 416. Kruskopfscher Türlöscher.

Die Kippstellung des Gefäßes ist in der Nebenzeichnung rechts gestrichelt angedeutet. Abb. 416 zeigt den Kruskopfschen sog. Türlöscher in der Ansicht. Hier sind die Kippgefäße in einem Türrahmen *c* übereinander aufgehängt. Nach Abb. 417 stehen die beiden Türen *c c* in halboffener, nur schwach gesperrter Stellung. Der Explosionstoß soll die Türen in die punktiert gezeichnete Schlußstellung schleudern, wobei gleichzeitig die

Digitized by Google

Gefäße umkippen. Nach Versuchen in den großen Versuchstrecken scheinen solche Vorrichtungen tatsächlich geeignet, eine Kohlenstaubexplosion zum Stillstand zu bringen. Bewährungen in Ernstfällen liegen freilich noch nicht vor.

78. — Verwendung von Chlormagnesiumlauge. In Saarbrücken und Westfalen sind wiederholt Versuche angestellt worden, den Staub durch Chlormagnesiumlauge dauernd feucht zu halten. Die Ergebnisse waren jedoch wenig befriedigend. Die befeuchteten Strecken blieben zwar einige Zeit — in Saarbrücken 4—5 Wochen lang — feucht. Der entstehende frische Staub lagerte sich aber schließlich auf der feuchten Unterlage ab, ohne von der Lauge gebunden zu werden, so daß er leicht abgeblasen werden konnte. Die Befeuchtung muß demnach von Zeit zu Zeit wiederholt werden. Dadurch werden die Kosten des Verfahrens unverhältnismäßig hoch.

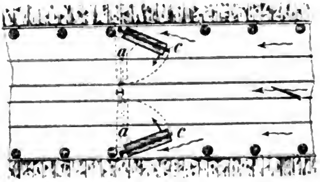


Abb. 417. Anordnung des Kruskopfschen Türlöschers.

Eher kommt Chlormagnesiumlauge für Verwendung in Kippgefäßen (s. Ziff. 77) in Frage. Da sie nämlich wegen ihrer hygroskopischen Eigenschaften nicht verdunstet, ist ein regelmäßiges Nachfüllen nicht erforderlich.

79. — Verwendung von Gesteinstaub. Geschichtliches. In England war man bereits i. J. 1886 gelegentlich einer Explosion auf der Silkstone-Grube darauf aufmerksam geworden, daß in den vorzugsweise mit Gesteinstaub erfüllten Strecken die Explosionsflamme zum Stillstand gekommen war[1]). Versuche, die W. E. Garforth zu Altofts in Erinnerung an diese Tatsache im Sommer 1908 ausführte, bestätigten diese Beobachtung durchaus und zeigten insbesondere, daß bei Vorhandensein von Gesteinstaub die Explosion viel schneller erlischt, als wenn in der betreffenden Strecke weder Kohlen- noch Gesteinstaub vorhanden ist. Taffanel nimmt auf Grund seiner in Liévin durchgeführten Versuche an, daß im allgemeinen ein Aschengehalt von 40% dem Staube seine Explosionsgefährlichkeit nimmt, wenngleich Zündungen und Flammenerscheinungen in unmittelbarer Nähe der zündenden Ursache noch nicht ausgeschlossen sind. Ferner hat er festgestellt[2]), daß man eine Kohlenstaubexplosion durch ein verhältnismäßig kurzes, mit Gesteinstaub reichlich beladenes Streckenstück zum Stillstand bringen kann.

Zuerst hat Garforth das neue Mittel im Grubenbetriebe zur Anwendung gebracht und hat auf der ihm unterstellten Grube 12800 m Hauptförderstrecken, die durch Kohlenstaub gefährdet waren, mit weichem Tonschieferstaub bestreuen lassen. Ihm ist eine Anzahl englischer Gruben gefolgt. Man bevorzugt dort jetzt die allgemeine, von Zeit zu Zeit wiederholte Bestreuung

[1]) Intern. Kongr. f. Bergb., Hüttenw. usw. 1910, Abteilung Bergbau, S. 88; Garforth: British Coal Dust Experiments.

[2]) S. die in Anm. [1]) genannten Kongreßverhandlungen, S. 224; Taffanel: Les expériences françaises sur les poussières de houille.

sämtlicher Strecken mit Staub und hält diese Art für zweckmäßiger als die sog. Sperrensicherung[1]). Die Kosten werden mit 2—5 ₰ je Tonne Kohlenförderung angegeben. Als Staub wird zumeist gemahlener Tonschieferstaub verwandt, der leicht herzustellen ist, die Feuchtigkeit nicht anzieht und wegen seiner Weichheit auch gesundheitlich am wenigsten zu Bedenken Anlaß gibt.

Auch auf französischen Gruben ist das Gesteinstaubverfahren bereits in großem Umfange — hier unter Bevorzugung der Sperren — eingeführt. Die Kosten werden mit 5—10 cent. je Tonne Förderung angegeben.

In Deutschland haben die von Beyling auf der Versuchstrecke der Knappschaftsberufsgenossenschaft bei Derne vorgenommenen Versuche[2]), die insbesondere die neue Erkenntnis zutage förderten, daß selbst Schlagwetterexplosionen durch Gesteinstaub mit Erfolg bekämpft werden können, zu einer schnellen Verbreitung der Staubanwendung auf den Gruben des Ruhrbezirkes geführt. Ein besonders hierfür staatlich eingesetzter Ausschuß überwacht und fördert die allmähliche Einführung.

80. — Die sichernde Wirkung des Gesteinstaubes und die an seine Beschaffenheit zu stellenden Anforderungen[3]). Wenn der aus nicht brennbaren Teilchen bestehende Gesteinstaub von einem Luftstoß erfaßt und in eine Flamme getragen wird, so wird er selbst erhitzt. Dabei entzieht er der Flamme Wärme und wirkt somit abkühlend und löschend. Diese Wirkung ist naturgemäß um so kräftiger, je größer die Menge des in die Flamme gelangenden Gesteinstaubes ist, je dichter also die löschende Staubwolke zusammengeballt ist.

In erster Linie eignet sich der Gesteinstaub als Schutzmittel gegen Kohlenstaubexplosionen, die ohne Aufwirbelung des Kohlenstaubes durch einen kräftigen Luftstoß nicht denkbar sind. Der die Gefahr herbeiführende Luftstoß löst bei Vorhandensein des Gesteinstaubes auch das Schutzmittel aus. Auch schlägt der aufgewirbelte Gesteinstaub mechanisch den Kohlenstaub nieder. Bei Schlagwettern liegen die Verhältnisse für den Gesteinstaub ungünstiger. Immerhin kann er auch Schlagwetterexplosionen zum Erlöschen bringen, vorausgesetzt, daß sie mit einem genügend starken Luftstoß verbunden sind.

Der Gesteinstaub soll zunächst tunlichst fein sein. Als wirksam ist nur derjenige Staub anzusehen, der durch ein Drahtgewebe mit 144 Maschen je qcm, wie es für Sicherheitslampen benutzt wird, hindurchgeht. Von dem wirksamen Staube soll aber weiter ein erheblicher Teil (z. B. 25% bei Flugasche und 50% bei anderen Staubarten) noch bedeutend feiner sein und durch das Gewebe Nr. 200 (mit 5840 Maschen je qcm) hindurchgehen. Der anzuwendende Gesteinstaub darf ferner, um in der Grube dauernd flugfähig zu bleiben, nicht dazu neigen, Feuchtigkeit aus der Luft anzuziehen und zusammenzubacken. Hiervon hat man sich vorher durch Versuche zu

[1]) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütt.- und Sal.-Wes. 1918, S. 110; Hatzfeld: Die Mittel zur Bekämpfung von Grubenexplosionen in England und Frankreich usw.

[2]) Glückauf 1919, Nr. 21—25, S. 373 u. f.; Beyling: Versuche mit Gesteinstaub zur Bekämpfung von Grubenexplosionen usw.

[3]) Richtlinien für das Gesteinstaubverfahren usw. vom 21. 9. 1921, herausgegeben vom Preußischen Oberbergamte zu Dortmund.

Digitized by Google

überzeugen. Schließlich soll der Staub gesundheitlich einwandfrei sein. Am besten hat sich in diesen Beziehungen gemahlener Tonschieferstaub bewährt; aber auch die Flugasche der Dampfkessel wird gern ausgenutzt, wenn sie nicht zur Feuchtigkeitsaufnahme neigt.

81. — Anwendungsarten, Außenbesatz, Bestäubung. Die Anwendung des Gesteinstaubes zielt darauf hin, die Entstehung von Explosionen zu verhüten, ferner entstandene Explosionen nicht zur vollen Wirkung kommen zu lassen und schließlich entwickelte Explosionen aufzuhalten, ohne daß sich freilich diese Anwendungsarten immer scharf trennen lassen.

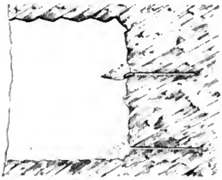


Abb. 418. Außenbesatz.

Man unterscheidet zur Verhütung von Explosionen beim Schießen den Außenbesatz und die Bestäubung durch örtliche Streuung, ferner zum Ablöschen entstandener Explosionen die Vollstreuung, die Teilstreuung und die Sperren. Letztere gliedern sich wieder in Wandersperren, Zwischensperren und Hauptsperren.

Der Außenbesatz besteht darin, daß man etwa 1,5 kg Gesteinstaub in einem Papierbeutel oder auf einem Brettstück, Blech oder einem Schippenblatt unmittelbar vor dem Bohrloche so anbringt, daß die etwa ausblasende Schußflamme den Gesteinstaub ergreifen und ihn mitreißen muß (Abb. 418). Im Abbau ist das Kohlenhaufwerk, das sich in einer Entfernung von weniger als 2 m in der Schußrichtung vor dem Bohrloche befindet, auch bei Anwendung von Außenbesatz mit Gesteinstaub zu bestreuen; dazu genügt eine Staubmenge von 3 kg. Gut angebrachter Außenbesatz wirkt so kräftig, daß selbst Schlagwetter durch Gelatinedynamitschüsse nicht gezündet werden. Nachteilig ist nur, daß die Sicherheit in jedem Falle von der sorgsamen Anordnung einer genügenden Staubmenge vor jedem einzelnen Bohrloche abhängt. Bei einer größeren Anzahl gleichzeitig abzutuender Schüsse stößt deshalb das Verfahren auf Schwierigkeiten.

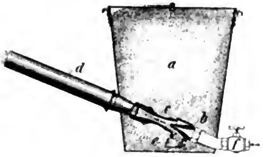


Abb. 419. Gesteinstaubverteiler.

Die Bestäubung oder örtliche Bestreuung des Arbeitspunktes und seiner Umgebung soll sich auf eine Entfernung von etwa 10 m vom Ortstoße erstrecken, und zwar müssen zur Erzielung der beabsichtigten Wirkung auf 1 m Streckenlänge mindestens 4 kg Gesteinstaub je qm Streckenquerschnitt entfallen. Der Staub ist am ganzen Streckenumfange, besonders auf die Stöße und die Firstenzimmerung, zu verteilen. Hierbei kann man zweckmäßig den mit Druckluft betriebenen Gesteinstaubverteiler nach Abb. 419 verwenden. Das Gerät besteht aus dem an einem Schultergurt tragbaren Behälter *a*, der etwa 16 l Gesteinstaub aufnehmen kann. In dem Behälter ist unten die Düse *bc* mit dem Saugrohr *e* und dem Ausblaserohr *d* eingebaut. Die Preßluft-

zuführung beim Gebrauche wird durch Hahn *f* geregelt. Die Entleerung des Behälters dauert etwa 1 Minute. Der Luftverbrauch beträgt rd. 1 cbm[1]).

Ist die Bestäubung erstmalig erfolgt, so genügt beim Weiterbetrieb des Ortes, daß für jeden Schuß 10 kg Gesteinstaub in der Schußrichtung auf etwa 5 m Entfernung ausgestreut werden.

82. — Vollstreuung, Teilstreuung. Die Vollstreuung wird gleichfalls so ausgeführt, daß auf 1 m Streckenlänge 4 kg Gesteinstaub je qm Streckenquerschnitt entfallen.

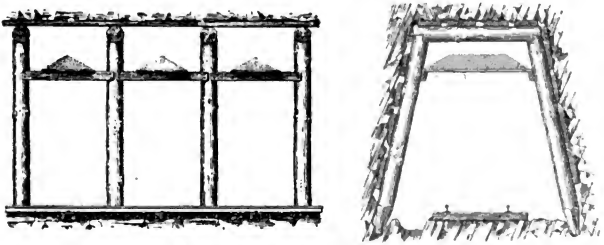


Abb. 420. Gesteinstaubschranken.

Sie soll nahe am Orts- oder am Abbaustoß beginnen, sich aber über die ganze Länge der zu schützenden Strecken ausdehnen. Die Vollstreuung macht weitere besondere Gesteinstaubanhäufungen (Sperren) unnötig, da sie für sich allein für das Aufhalten von Explosionen genügt.

Die Vollstreuung ist mit dem Vorrücken des Orts- oder des Abbaustoßes nachzuführen; sie muß erneuert werden, sobald der wirksame Gesteinstaub in dem Staubgemenge nicht mehr überwiegt.

Bei der Teilstreuung soll auf 1 m Streckenlänge je qm Streckenquerschnitt eine Staubmenge von 2 kg entfallen. Auch sie soll sich über die ganze zu schützende Streckenlänge ausdehnen. Sie genügt allein zur wirksamen Bekämpfung starker Explosionen nicht, sondern muß noch durch Sperren unterstützt werden.

Abb. 421. Aufgehängte Gesteinstaubschranke.

83. — Sperren. Bei dem Sperrverfahren soll eine etwa entstandene Schlagwetter- oder Kohlenstaubexplosion auf größere Gesteinstaubmassen, die im freien Streckenquerschnitt angeordnet sind, stoßen und soll dadurch am Fortschreiten behindert werden. Sperren sind also örtliche Gesteinstaubanhäufungen, wobei man je nach dem Orte, wo sie angeordnet werden, und nach der insgesamt angewandten Staubmenge Wander-, Zwischen- und Hauptsperren unterscheidet. Je nach der Art der Ausführung kann man zur Ablagerung des Staubes Schranken, Horden, Matten oder Kästen wählen.

Die Wandersperre soll je qm Streckenquerschnitt 60 kg Gesteinstaub enthalten. Sie besteht in der Regel aus leichten Schranken (Abb. 420 u. 421),

[1]) Glückauf 1921, Nr. 31, S. 742; Wedding: Verwendung des Gesteinstaubzerstäubers von Weber usw.

Digitized by Google

die quer zur Strecke, oder aus Horden (Abb. 422), die längs der Stöße liegen. Aber auch Matten (Abb. 423) oder leichte flache Kästen (sog. Firstkästen) werden gern benutzt. Die Matten werden von starken Papier- oder Stoffbahnen

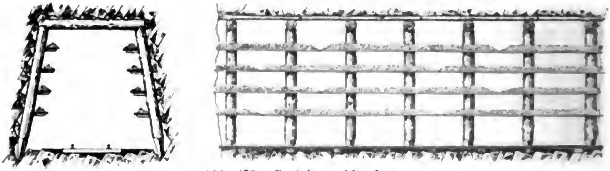


Abb. 422. Gesteinstaubhorden.

gebildet, die an beiden Kopfenden mit einem Quer- oder Spannholz versehen sind und mit Hilfe von Drähten an den Kappen befestigt werden. Trotz ihres geringen Gewichtes besitzen sie eine große Tragfähigkeit. Firstkästen sollen nur niedrige (10 cm hohe) Seitenwände haben, aufgehäuft mit Staub beladen und leicht kipp- oder lösbar angeordnet werden. Abb. 424 zeigt einfache Kippkästen in Dreiecksform. Die Wandersperre soll dem Vorrücken des Orts- oder Abbaustoßes folgen und in keinem Falle mehr als 20 m davon entfernt sein.

Abb. 423 Gesteinstaubmatte.

Die Zwischensperre erhält je qm Streckenquerschnitt 200 kg Staub. Dementsprechend müssen die Schranken oder Kästen, die man hierfür zu benutzen pflegt, breiter und stärker ausgeführt werden. Zwischensperren sind insbesondere dazu be-

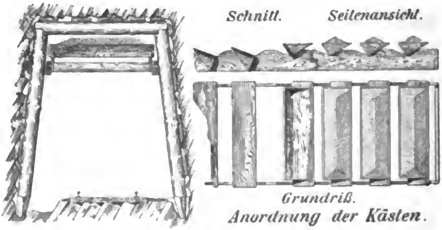


Abb. 424. Leichte Gesteinstaubkästen.

stimmt, Abbaustrecken gegen den Bremsberg oder Ortsquerschlag oder bei söhliger Lagerung gegen die Förderstrecke abzuriegeln.

Die Hauptsperre wird mit 400 kg Gesteinstaub je qm Streckenquerschnitt ausgerüstet. Die sich daraus ergebenden großen Mengen — z. B. für eine 4 qm weite Strecke 1600 kg — lassen sich in der Regel auf einer einzelnen Schranke oder in einem einzelnen Kasten nicht mehr unterbringen. Deshalb

Digitized by Google

ist eine Anzahl von Kästen oder Schranken hintereinander anzuordnen. Die mehrfache Unterteilung der Staubanhäufung ist auch um deswillen vorzuziehen,

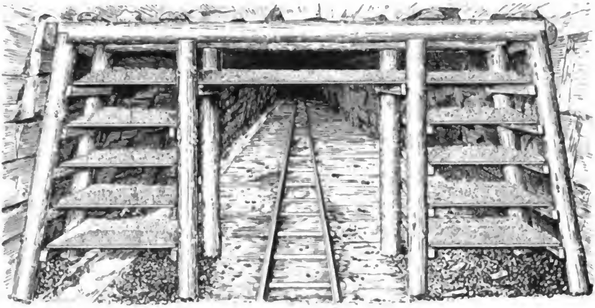


Abb. 425. Gesteinstaubanhäufung.

weil bei den allzu großen Kästen die Gefahr besteht, daß der Staub entweder zu früh oder zu spät fällt, nämlich wenn die Explosionsflamme die Sperre noch nicht erreicht oder bereits überschritten hat. In dieser Hinsicht sind mehrere kleinere Staubablagerungen zuverlässiger.

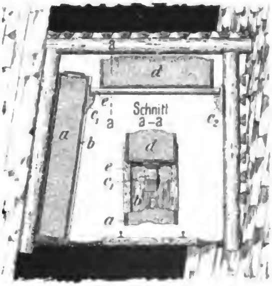


Abb. 426.
Gesteinstaubkasten von Rohde.

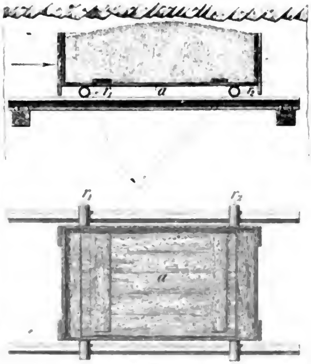


Abb. 427.
Gesteinstaub-Rollkasten von Frantz.

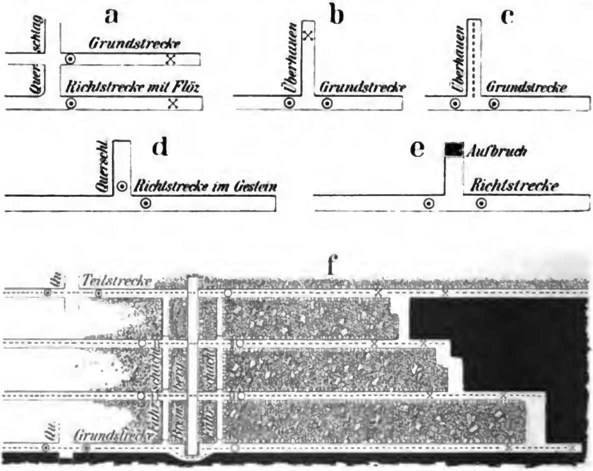
Die Abbildungen 425—427 zeigen Hauptsperren in Schranken- und in Kastenanordnung. Hauptsperren sind zur Abriegelung ganzer Baufelder und selbständiger Wetterabteilungen bestimmt. Auch dienen sie zum Abschluß besonders gefährdeter Betriebspunkte, z. B. von Überhauen und

Digitized by Google

Aufbrüchen, die in der Herstellung begriffen sind, und sind dann in deren Zugangstrecken anzubringen.

Abb. 428 zeigt Beispiele für die Anordnung von Wander-, Zwischen- und Hauptsperren im Verein mit Teilstreuung in Vorrichtungs- und Ausrichtungsbetrieben und im Abbau.

84. — Beurteilung. Besondere Vorsichtsmaßnahmen bei Anwendung des Verfahrens. Gegenüber der Berieselung ist die Verwendung von



⊙ *Hauptsperre* ◠ *Zwischensperre,* × *Wandersperre.* ------- *Teilstreuung.*

Abb. 428. Beispiele von verschiedenen Arten der Gesteinstaubanwendung.

Gesteinstaub durch größere Billigkeit und ferner dadurch ausgezeichnet, daß sie weder die Grubenwetter noch das Nebengestein irgendwie ungünstig beeinflußt und die Wirksamkeit länger vorhält. Auch wird die Aufsicht erleichtert. In gesundheitlicher Beziehung ist freilich die Handhabung des Staubes nicht ohne Bedenken.

Hinsichtlich der Bewährung im Ernstfalle sind bisher in Deutschland 2 Fälle bekannt geworden, in denen das Verfahren, wenn es auch noch nicht im vollen Umfange in den betroffenen Grubenabteilungen eingeführt war, wirksam geworden ist. Es sind dies die Explosionen vom 22. 7. 1919 auf Zeche Neumühl I/II und vom 26. 3. 1920 auf Zeche Friedrich Thyssen III/VII[1]). In beiden Fällen sind Staubsperren durch die Explosion ausgelöst

[1]) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes. 1920, Beilage zu Heft 1; Unfälle und Rettungswesen beim Bergwerksbetriebe Preußens 1919, S. 163; — ferner ebenda 1921; unter dem gleichen Titel für das Jahr 1920, S. 322.

Digitized by Google

worden und haben anscheinend zur Beschränkung des Explosionsumfanges beigetragen. Die bisherigen Erfahrungen entsprechen also den bereits in Ziff. 79 mitgeteilten Beobachtungen.

Hervorzuheben ist schließlich noch, daß das Verfahren mit der Berieselung nicht vereinbar erscheint. Diese ist, um nicht die Staubanwendung unwirksam zu machen, zu unterlassen, sobald das Gesteinstaubverfahren allgemein durchgeführt wird. Dafür soll man als Löschmittel in allen Abteilungen besondere Gesteinstaubmengen und Geräte zu ihrer Verstreuung vorrätig halten, auch Handfeuerlöscher (z. B. Minimaxgeräte, s. Bd. II unter „Grubenbrände") an geeigneten Stellen in Bereitschaft haben. Ferner empfiehlt es sich, Einrichtungen zu schaffen, die es ermöglichen, mit Hilfe der Preßluftleitung den einzelnen Betriebspunkten Wasser zuzuführen.

85. — Explosionsfänge. Ausgehend von der Erfahrung, daß Explosionen durch Aufhalten des Stoßes zum Stillstand gebracht werden können, hat man auf einigen französischen Gruben neben der Staubstreuung zur Trennung ganzer Feldesteile voneinander „Explosionsfänge" angeordnet, die darin bestehen, daß die Hauptstrecke durch starkes Mauerwerk vollkommen gesperrt und sodann nach Abb. 429 verumbrucht wird. In den Umbruchstrecken können zugleich vor und hinter jedem rechten Winkel eiserne Wettertüren derart angebracht werden, daß sie sich entgegengesetzt öffnen und schließen. Es wird angenommen, daß der Explosionstoß auf dem Wege durch den Umbruch seine Kraft verliert und keinen weiteren Kohlenstaub mehr aufwirbelt[1]).

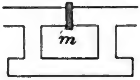


Abb. 429. Explosionsfang.

IV. Die Bewegung der Wetter.

A. Der Wetterstrom und seine Überwachung.

86. — Das Wesen des Wetterstromes. Für die Bewetterung eines Grubengebäudes muß ein ununterbrochen fließender Wetterstrom erzeugt werden. Das Grubengebäude muß hierfür mindestens eine einziehende und eine ausziehende Tagesöffnung haben. Von der einen bis zur anderen soll der Strom seinen bestimmten, vorgeschriebenen Weg benutzen. Denjenigen Teil des Stromes, der zwischen der einziehenden Tagesöffnung und den Abbaubetrieben liegt, nennen wir den einziehenden Strom, dagegen die Fortführung bis zur zweiten Tagesöffnung den ausziehenden.

Die Bewegung der Luft oder der Wetterzug geht wie jede Bewegung eines Körpers hervor aus der Störung des Gleichgewichts. Im ein- und ausziehenden Strom kann deshalb nicht ein einheitlicher, gleichmäßiger Luftdruck herrschen. Vielmehr muß der Druck in der Richtung des ausziehenden Stromes geringer werden, damit die Luft dorthin, getrieben von dem höheren Drucke im einziehenden Strome, nachfließt. Sorgt man dafür, daß die Gleichgewichtstörung oder der Druckunterschied in dem Wetterstrome dauernd bestehen bleibt, so dauert auch der Wetterzug an, da die Luft ununterbrochen

[1]) S. Anm. [1]) auf S. 491.

das Gleichgewicht wiederherzustellen sucht. Der Wetterstrom fließt also, weil die Luftspannung auf dem ganzen Wege sinkt oder weil ein Druckgefälle, ähnlich dem Gefälle eines Flusses, besteht.

87. — Die Wassersäule als Maßstab für die Druckunterschiede. Die Druckunterschiede des Wetterstromes werden in der Regel nicht in Millimetern Quecksilbersäule ausgedrückt, weil dieser Maßstab zu klein und deshalb für die zu messenden Größen nicht genau und scharf genug wäre, sondern man gibt die Spannungsunterschiede in Millimetern Wassersäule an. Die Benutzung der Wassersäule zur Angabe von Druckunterschieden ist außerdem bequem, weil jedes Millimeter dem Drucke von 1 kg auf 1 qm entspricht.

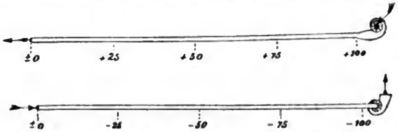


Abb. 430. Schema des Druckgefälles in einem Wetterstrom.

88. — Das Gefälle des Wetterstromes. Schematisch ist das Bild des Druckgefälles in einem Wetterstrome in der Abb. 430 dargestellt. Nach der oberen Abbildung soll Luft durch eine Rohrleitung mittels eines Ventilators geblasen werden, und der Ventilator möge gegenüber dem atmosphärischen Drucke einen Überdruck erzeugen, der, unmittelbar am Ventilator gemessen, 100 mm beträgt. Der Überdruck wird nach der Ausströmöffnung hin allmählich geringer und ist an dieser selbst ± 0.

Wenn der Ventilator saugend wirkt und in der Rohrleitung einen Unterdruck erzeugt, so erhalten wir das Bild der unteren Abbildung, das nach dem Gesagten ohne weiteres verständlich ist.

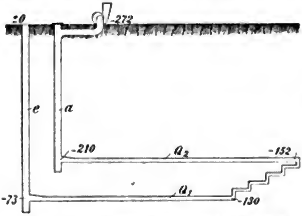


Abb. 431. Schema des Druckgefälles bei einer Grubenbewetterung.

Abb. 431 läßt erkennen, daß auch die Verhältnisse einer Grubenbewetterung ganz ähnlich liegen. Der vom Ventilator erzeugte Unterdruck ist am Saugkanal am größten (hier 272 mm) und ist an der Mündung des einziehenden Schachtes ± 0. Im übrigen verteilt sich der Unterdruck freilich nicht so gleichmäßig auf die Länge des Wetterweges wie in einer überall gleich weiten Rohrleitung. In der Abb. 431 ist das stärkste Gefälle für die Schächte (e, a) angenommen, es beträgt für diese 73+62 = 135 mm, für die Querschläge (Q_1, Q_2) 57+58 = 115 mm und für die Abbaue 22 mm.

Das Gefälleverhältnis erscheint bei allen nicht söhlig verlaufenden Grubenbauen verschleiert, insofern der mit der Tiefe zunehmende Druck der Luftsäule das Gefälle nicht unmittelbar in die Erscheinung treten läßt. Trotzdem ist auch hier ein Gefälle vorhanden, da der bei fließendem Wetterstrome jeweilig gemessene Luftdruck geringer als in ruhenden

Digitized by Google

Wettern ist. Abb. 432 zeigt in der ausgezogenen Linie *a* 2 3 4 5 *f* die Druckverhältnisse, wie sie sich bei Stillstand der Wetterführung in einer Grube ergeben würden, deren Fördersohle in etwa 500 m Teufe und deren Wettersohle 100 m höher liegt. Nach Ingangsetzen des Ventilators würde sich infolge des sich herausbildenden Druckgefälles der Luftdruckverlauf in die gestrichelte Linie *a II III IV V VI* verschieben. In dem angenommenen Beispiel wäre der gesamte vom Ventilator erzeugte Unterdruck (ebenso wie in Abb. 431) 272 mm Wassersäule.

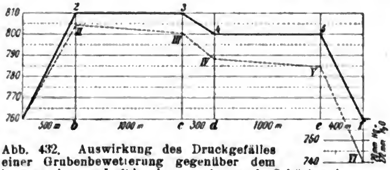


Abb. 432. Auswirkung des Druckgefälles einer Grubenbewetterung gegenüber dem barometrischen Luftdrucke (*a*—*b* u. *e*—*f*: Schächte, *b*—*c* u. *d*—*e*: Querschläge, *c*—*d*: Abbaue.)

89. — **Messung des Druckgefälles im allgemeinen.** Für die regelmäßige Überwachung und die Beurteilung der Bewetterungsverhältnisse ist es unerläßlich, fortlaufend durch Messungen die Stärke des Druckgefälles festzustellen. Hauptsächlich kommt es darauf an, das Gesamtgefälle von der einziehenden bis zur ausziehenden Tagesöffnung kennenzulernen. Man wird deshalb, soweit es möglich ist, die Messung in der Nachbarschaft der den Spannungsunterschied bewirkenden Vorrichtung (des Ventilators) vornehmen, also im Falle der Abb. 431 an dem Punkte, wo ein Unterdruck von 272 mm angegeben ist. Da an der zweiten Tagesöffnung atmosphärischer Druck herrscht, genügt es, den vom Ventilator gegenüber dem äußeren Drucke erzeugten Spannungsunterschied zu messen.

Steht der Ventilator unter Tage, so daß er gegenüber dem äußeren Drucke in den Grubenbauen teils einen Unter- und teils einen Überdruck bewirkt, so ist der gesamte Unterschied zwischen dem sich ergebenden Unter- und Überdruck zu ermitteln. Dementsprechend verteilt sich dann der für die Bewetterung der Grube gemäß Abb. 433 erforderliche Druckunterschied von z. B. 115 mm auf 70 mm Unterdruck (vor dem Ventilator) und 45 mm Überdruck (hinter dem Ventilator).

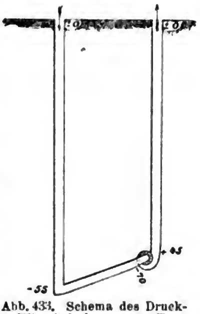


Abb. 433. Schema des Druckgefälles bei einem unter Tage aufgestellten Ventilator.

Wenn die Gleichgewichtstörung des Wetterstromes nicht von einem einzigen Punkte (wie bei einem Ventilator) ausgeht, sondern sich auf eine größere Wegelänge des Wetterstromes (z. B. als Folge der Wirkung des sog. natürlichen Wetterzuges oder auch eines Wetterofens) verteilt, so ist die Feststellung des Gesamtgefälles schwieriger. Hierauf wird unter den Ziffern 115 u. 146 noch zurückzukommen sein.

An Stelle der Ausdrücke Unter- und Überdruck haben sich für die Wetterführung die Bezeichnungen Depression und Kompression eingebürgert.

90. — Gewöhnlicher Depressionsmesser. Der gewöhnliche Depressionsmesser (Abb. 434) besteht aus einer mit Wasser gefüllten, U-förmig gebogenen Glasröhre $a_1 a_2$ und einem Maßstabe c zwischen den beiden Rohrschenkeln. Das eine Ende der Glasröhre wird durch einen Schlauch b mit dem Raume in Verbindung gebracht, dessen Depression oder Kompression bestimmt werden soll. Das zweite Ende mündet ins Freie. Der Maßstab ist gewöhnlich derart eingerichtet, daß er seinen Nullpunkt in der Mitte hat und von hier aus nach oben und unten zählt. Der Nullpunkt wird so eingestellt,

Abb. 434. Gewöhnlicher Depressionsmesser.

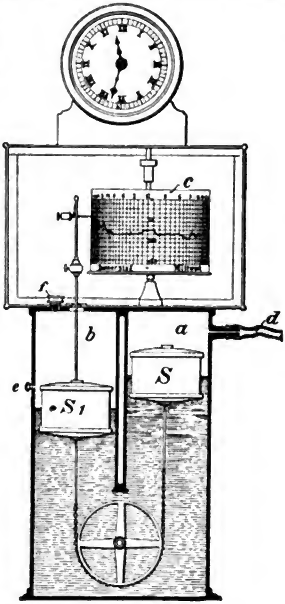


Abb. 435. Selbsttätig schreibender Depressionsmesser von Ochwadt.

daß er dem Wasserspiegel entspricht, wenn dieser in beiden Rohren gleich hoch steht. Man liest den Druckunterschied ab, indem man die Abstände beider Wasserspiegel von dem Nullpunkte addiert oder indem man nur einen Abstand feststellt und diesen verdoppelt. Der Verdunstung des Wassers ist durch Nachfüllen oder durch neue Einstellung des Maßstabes Rechnung zu tragen.

Falls Druckschwankungen auftreten, so ist die Beobachtung erschwert. Durch Verengung des Querschnitts der Glasröhre an der Biegungstelle (z. B. durch Einfüllen von Schrot, durch Drosseln mittels eines Hahnes) kann man die starken Schwankungen des Wasserspiegels vermindern.

Digitized by Google

91. — Selbsttätig schreibender Depressionsmesser. Sehr zweckmäßig sind die selbsttätig schreibenden Depressionsmesser. Am bekanntesten sind diejenigen von Ochwadt (Abb.435). Die beiden verbundenen Röhren sind als zwei durch eine Scheidewand getrennte, ziemlich weite Gefäße *a* und *b* ausgestaltet, die zur Aufnahme je eines Schwimmers S und S_1 eingerichtet sind. Beide Schwimmer sind unter Wasser durch eine Gelenkkette miteinander verbunden. Der Raum über dem Schwimmer S ist durch einen Anschlußstutzen und Schlauch *d* mit dem Saugraum in Verbindung gebracht, während der andere Wasserspiegel unter dem atmosphärischen Drucke steht. Der Schwimmer S_1 trägt eine Führungstange mit Schreibstift, der die jeweilig vorhandene Depression oder Kompression in Form einer Kurve auf eine durch ein Uhrwerk angetriebene Trommel *c*, die auch die Zeiten angibt, aufschreibt. Bei der dargestellten Anordnung bedeutet jedes Millimeter Kurvenhöhe 2 mm Depression, während die Tage und Stunden durch die senkrechten Linien bezeichnet werden. Der Wasserspiegel soll in der Gleichgewichtslage bis zum Schräubchen *e* reichen. Das Füllen mit Wasser geschieht durch das Loch der Schraube *f*. Ein gewöhnlicher, an der Vorderwand angebrachter Glasdepressionsmesser dient dazu, das regelrechte Arbeiten der Vorrichtung überwachen zu können.

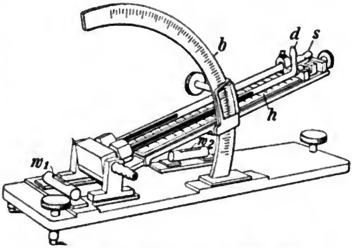


Abb. 436. Multiplikationsdruckmesser oder Mikromanometer.

Die aufgeschriebenen Depressionskurven geben einen bleibenden Ausweis über den Gang des Ventilators und sind deshalb z. B. für einzeln gelegene Wetterschächte ganz unentbehrlich. Im Falle einer Grubenexplosion gewähren sie die Möglichkeit, noch nachträglich die Wirksamkeit des Ventilators im Augenblick der Explosion zu beurteilen. Auch lassen sie erhebliche Störungen in der Wetterführung, z. B. einen Bruch in einer Hauptwetterstrecke (durch plötzliches Steigen der Depression) oder den Eintritt eines Kurzschlusses zwischen Ein- und Ausziehstrom (durch ein plötzliches Fallen), erkennen.

92. — Multiplikationsdruckmesser. Um genauere Depressionsmessungen bei geringen Druckunterschieden auszuführen, wendet man die sog. Multiplikationsdruckmesser oder Mikromanometer an. Sie besitzen einen oder zwei geneigtliegende Schenkel *s* und *d* (Abb. 436). Die Neigung kann mittels eines Gradbogens *b* verschieden eingestellt werden. Beträgt sie z. B. 1:10, so bewirkt ein Druckunterschied von 1 mm bereits, daß die beiden Wasserspiegel sich um eine Rohrlänge von 10 mm verschieden einstellen.

93. — Geschwindigkeitshöhe, statischer Druck. Anordnung des Depressionsröhrchens im Wetterkanal. Ein bewegter Luftstrom sucht die Massenteilchen, an denen er vorbeistreicht, mitzureißen. Er übt also auf

Digitized by Google

die Wandung des Kanals, in dem er fließt, eine gewisse Saugwirkung aus. Die Wandung hat deshalb nicht den vollen Gasdruck auszuhalten, den ein ruhendes Gasgemisch ausüben würde. Vielmehr erscheint der Druck auf die Wandung um die Saugwirkung vermindert (Gesetz von Bernoulli). Diese Druckverminderung ist proportional dem Quadrate der Stromgeschwindigkeit und wird mit Geschwindigkeitshöhe $\left(=\frac{d \cdot v^2}{2g}\right)$ bezeichnet[1]). Diese beträgt, wenn $d = 1{,}2$ angenommen wird, bei:

5	m	Wettergeschwindigkeit	1,5	mm	Wassersäule
10	„	„	6,1	„	„
15	„	„	12,8	„	„
20	„	„	24,5	„	„ .

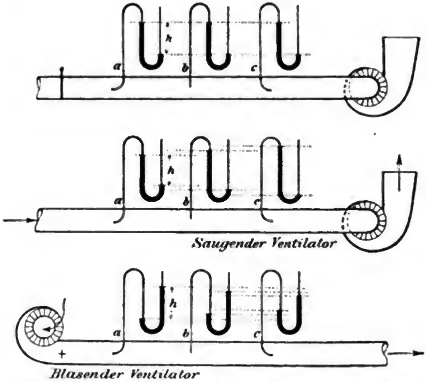


Abb. 437. Anordnung des Depressionsröhrchens im Wetterkanal.

Wenn das Ende des Meßrohres parallel der Wand des Saugkanals abgeschnitten ist, zeigt der Depressionsmesser nur einen entsprechend der Geschwindigkeitshöhe verminderten Gasdruck (den sog. statischen Druck) an.

Bei der Vornahme von Messungen ist deshalb die Anordnung des Depressionsröhrchens im Wetterkanal von Wichtigkeit. In dieser Beziehung bestehen 3 Möglichkeiten. Abgesehen von dem Falle, daß das Ende des Rohres parallel der Wand des Saugkanals abgeschnitten ist, kann die Rohröffnung dem Wetterstrom entgegengerichtet oder in der Richtung des Wetterstroms umgebogen sein. Die Abb. 437 zeigt in der Mitte und unten diese verschiedenen Anordnungen zugleich mit ihren Wir-

[1]) Es ist d das Gewicht von 1 cbm Luft in Kilogramm, v die Geschwindigkeit in Metern und g die Fallbeschleunigung.

Digitized by Google

kungen, wobei für die drei Meßstellen *a—c* die gleiche Entfernung vom Ventilator vorausgesetzt ist.

Wir wollen zunächst annehmen, daß der Schieber des Saugkanals geschlossen ist, so daß der Ventilator wohl einen Unterdruck oder einen Überdruck, aber keinen Luftstrom erzeugt (Abb. 437, oben). In diesem Falle ist es gleichgültig, in welcher Richtung das Meßrohr in den Kanal einmündet, und der Depressionsmesser wird bei jeder Stellung des Rohrendes den gleichen Druckunterschied anzeigen.

Bewegt sich aber der Luftstrom im Saugkanal, so liefern die Messungen je nach der verschiedenen Stellung des Meßrohres verschiedene Ergebnisse (Abb. 437, Mitte und unten). Ist das Depressionsröhrchen parallel der Wandung des Saugkanals abgeschnitten, so wird die Depression zu hoch (Abb. 437, Mitte) und die etwa vorhandene Kompression zu niedrig (Abb. 437, unten) abgelesen. Der Fehler erscheint noch vergrößert, wenn man das Meßrohr in der Richtung des Wetterstromes umbiegt, weil alsdann die Saugwirkung durch Mitreißen von Luftteilchen aus dem Meßrohr noch weiter erhöht wird. Um richtig zu messen, muß man die Saugwirkung des bewegten Luftstromes dadurch ausschalten, daß man den Strom sowohl, wenn man den Unterdruck (Abb. 437, Mitte), als auch, wenn man den Überdruck (Abb. 437, unten) messen will, in die ihm entgegengerichtete Öffnung des Röhrchens blasen läßt. Die beim Hineinblasen in das Rohr erzeugte Druckwirkung kommt der infolge der Bewegung der Luft entstandenen Druckverminderung annähernd gleich, beide heben sich so auf, und man liest an dem Depressionsmesser dann den Gesamtdruck ab.

Der Fehler kann, wenn das Rohrende in die Stromrichtung umgebogen ist, etwa das 1,5fache der Geschwindigkeitshöhe, also bei 10 m Wettergeschwindigkeit nach der obigen Zusammenstellung rund 9 mm, betragen, ist also nicht unerheblich.

94. — Messung der Stromgeschwindigkeit und der Wettermenge. Einfache Hilfsmittel. Um die der Grube oder einer bestimmten Betriebsabteilung zugeführte Wettermenge kennenzulernen, sind Geschwindigkeitsmessungen an Punkten, deren Querschnitt bekannt ist, erforderlich. Die Wettermenge ergibt sich sodann als Produkt aus Geschwindigkeit und Querschnitt.

In schlagwetterfreien Gruben kann man bei geringen Wettergeschwindigkeiten eine abgemessene Streckenlänge in der Stromrichtung mit offener Lampe so abschreiten, daß die Lampenflamme senkrecht stehenbleibt. Aus der für einen gewissen Weg verbrauchten Zeit ergibt sich ohne weiteres die Geschwindigkeit.

Für sehr geringe Wettergeschwindigkeiten empfiehlt sich die sog. Pulverprobe. Man beobachtet die Zeit, die der Pulverdampf nach dem Aufflammen einer kleinen Pulvermenge bedarf, um eine bestimmte, abgemessene Streckenlänge zurückzulegen.

95. — Das Casella-Anemometer und seine Handhabung. Gewöhnlich geschieht die Geschwindigkeitsmessung der Wetterströme mittels der Anemometer. Das gebräuchlichste ist das Casella-Anemometer (Abb. 438). Es besitzt acht windmühlenähnlich gestellte Flügel aus

Digitized by Google

Aluminiumblech, deren Fläche mit der Richtung des Luftstromes einen Winkel von 42—44° einschließt. Die sich zwecks Verringerung der Reibung gegen ein Saphirlager stützende Welle des Flügelrades trägt eine Schraube ohne Ende, die ein Zählwerk mit solcher Radeinteilung betätigt, daß auf dem Zifferblatt der vom Luftstrom in der Meßzeit zurückgelegte Weg unmittelbar in Metern abgelesen werden kann. Vor Beginn und nach Beendigung der Beobachtung ist der Stand der Zeiger festzustellen. Der Unterschied ergibt die Luftgeschwindigkeit für die Beobachtungszeit. Dividiert man die Differenz durch die Anzahl der Sekunden, die die Beobachtungszeit gewährt hat, so erhält man die Luftgeschwindigkeit je Sekunde. Ein Sperrhebel, der durch Schnüre betätigt werden kann, gestattet ein bequemes Ein- und Ausrücken des Zählwerks aus der Entfernung.

Bei der Handhabung wird das Anemometer an den Beobachtungspunkt gebracht und hier auf einem Ständer oder einer Latte festgestellt. Darauf tritt der Beobachter möglichst dicht an den Stoß, um nicht den Streckenquerschnitt durch seinen Körper zu verengen. Sobald anzunehmen ist, daß das Flügelrad die dem Luftstrom entsprechende Geschwindigkeit angenommen hat, wird das Zählwerk durch einen Zug nach links eingerückt. Nach ein, zwei oder drei Minuten wird durch einen abermaligen Zug nach rechts der Sperrhebel zurückgezogen und damit das Zählwerk außer Betrieb gesetzt, während das Flügelrad ruhig weiterläuft. (Merkregel: links läuft, rechts ruht.)

Abb. 438. Casella-Anemometer.

Die abgelesene Differenz zwischen den Angaben des Zählwerks vor und nach der Beobachtung bedarf noch der Berichtigung (Korrektion), da das Anemometer nicht reibungsfrei läuft und auch die Flügel bis zu einem gewissen Grade durch den Druck der Luft gebogen werden.

Die Berichtigungszahl ist keine Konstante, wie man früher glaubte, sondern ist für jede Geschwindigkeit verschieden. Sie ist ferner für jedes Anemometer verschieden, ändert sich auch allmählich und muß deshalb von Zeit zu Zeit durch Eichung festgelegt werden, was auf besonderen Rundlaufvorrichtungen geschieht[1]).

[1]) Glückauf 1902, Nr. 47, S. 1141 u. f.; Stach: Die Anemometer-Prüfungsstation der Westfälischen Berggewerkschaftskasse in Bochum; — ferner ebenda 1914, Nr. 17, S. 675 u. f.; Stach: Mitwind, Anemometerprüfung und Ventilatoruntersuchung.

Digitized by Google

Die Größe der Berichtigung kann für die verschiedenen Luftgeschwindigkeiten am einfachsten zeichnerisch in einem Koordinatensystem mit als Abszissen aufgetragenen Wettergeschwindigkeiten zur Darstellung gebracht werden. Bei Anemometern, die fehlerlos gebaut sind, ergibt eine solche Aufzeichnung der Berichtigung stets eine gerade Linie. Der jeweilige Verlauf der Berichtigungslinie wird auf Kärtchen verzeichnet und dem Anemometer beigefügt.

In Abb. 439 sind einige häufig wiederkehrende Berichtigungen aufgetragen und mit den Ziffern *I—IV* bezeichnet. Die Berichtigung *I* ist stets positiv; sie ist seltener als die Berichtigungen *II—IV*. Ein Anemometer, das die Berichtigungsgerade *II* besitzt, bedarf z. B. bei 100 m Ablesung für die Minute einer Richtigstellung von etwa + 4, dagegen bei 750 m einer solchen von — 40. Man würde also die Zahlen 104 und 710 in die Berechnung einzusetzen haben.

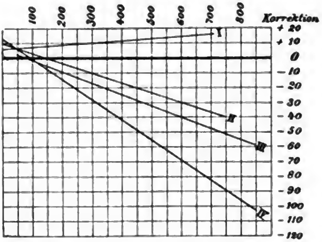


Abb. 439. Berichtigungen von Anemometern.

Für die Messung sehr langsamer Luftströme wendet man Anemometer mit großen, aus Glimmerblättchen gefertigten Flügeln an, die den Vorzug eines sehr leichten Ganges besitzen.

96. — Uhrwerk-Anemometer. Für manche Messungen ist es bequem, in Verbindung mit dem Anemometer-Zählwerk eine Uhr zu haben, die das Zählwerk selbsttätig ein- und ausrückt. Abb. 440 zeigt ein solches von Maeß-Dortmund gefertigtes Anemometer. Ist die Uhr aufgezogen und das Anemometer zur Messung aufgestellt oder aufgehängt, so drückt man den Schalthebel nach links, worauf das Uhrwerk zu laufen beginnt und nach etwa ¾ Minuten das Zählwerk selbsttätig einschaltet. Genau eine Minute später wird das Zählwerk von der Uhr wieder ausgeschaltet. Während der ersten ¾ Minuten hat der Beobachter Zeit, sich aus dem Meßbereich zu entfernen. Er findet nach etwa 2 Minuten eine der Zeit nach abgemessene Angabe für den vom Strome zurückgelegten Weg vor.

Abb. 440. Uhrwerk-Anemometer von Maeß.

Ähnlich sind Uhrwerk-Anemometer von Georg Rosenmüller in Dresden-Neustadt eingerichtet, nur können sie, falls es erwünscht erscheint, für eine längere Zeitdauer als für eine Minute oder auch mit Ausschaltung des Uhrwerks wie gewöhnliche Anemometer benutzt werden.

Digitized by Google

97. — Schalenkreuz. Im Wetterkanal liefert häufig das gewöhnliche Anemometer ungenaue Messungen, weil die Flügel von der sich niederschlagenden Feuchtigkeit beschwert werden. Auch kann die erforderliche, persönliche Beobachtung des Anemometers unbequem sein. Für solche Messungen ist das weit unempfindlichere Robinson-Schalenkreuz (Abb. 441), in Verbindung mit einem Uhrwerk, mehr zu empfehlen, soweit man nicht die hydrostatischen Geschwindigkeitsmesser (s. Ziff. 99) anwenden will. Das Schalenkreuz bietet gegenüber dem Flügelanemometer insbesondere den Vorteil, daß es auch bei wechselnder Richtung der Stromstöße, die im Saugkanal in der Nähe des Ventilators leicht vorkommen, richtige Angaben liefert. Nach je 1000 Umläufen macht das Instrument auf ein mit bestimmter Geschwindigkeit ablaufendes Papierband Striche, deren Entfernung voneinander ein Maßstab für die Umdrehungsgeschwindigkeit des Kreuzes ist. Uhrwerk und Schreibvorrichtung sind im Zylinder *G* untergebracht. Das dargestellte Gerät wird von R. Fueß in Berlin-Steglitz geliefert.

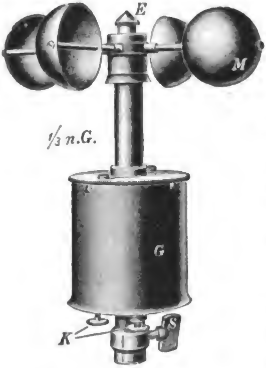


Abb. 441. Schalenkreuz.

98. — Wettermeßstellen. Die Geschwindigkeitsmessung wird in der Grube in der Regel an bestimmten Wettermeßstellen (Meßstationen) vorgenommen, deren eine für jeden Sonderstrom vorhanden zu sein pflegt. Um einen genau ausmeßbaren Querschnitt zu erhalten, sind gewöhnlich Stöße und Firste der Strecke mit einem glatten Bretterverzug auf 3—4 m Länge verschalt. Zur Vermeidung von Verwechselungen ist in der Regel der Querschnitt am Stoße angeschrieben. Man legt die Stellen zweckmäßig in einem geraden Streckenteile in einiger Entfernung von Abzweigungen an, damit die Wetterbewegung sich ohne Wirbelbildung möglichst gleichmäßig über den ganzen Querschnitt verteilt. In solchem Falle ist die Geschwindigkeit in der Streckenachse am größten, während sie nach den Stößen zu allmählich abnimmt (Abb. 442). Man kann etwa die durchschnittliche Geschwindigkeit erhalten, wenn man das Anemometer während der Messung gleichmäßig über das ganze Streckenprofil bewegt oder wenn man es in $^1/_3$ oder $^2/_3$ der Streckenhöhe, von beiden Stößen gleich weit entfernt, während

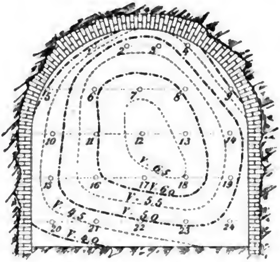


Abb. 442. Kurven gleicher Wettergeschwindigkeit in einem Streckenquerschnitt.

Digitized by Google

der Meßzeit dauernd beläßt. Für genaue Messungen teilt man den Streckenquerschnitt in ein Netz von einzelnen Quadraten (Abb. 442), wiederholt die Messung für jeden Schnittpunkt der angenommenen Netzlinien und nimmt den Durchschnitt.

99.—Hydrostatische Geschwindigkeitsmesser (Volumenmesser)[1]. An Stelle der unmittelbaren Geschwindigkeitsmessung durch Anemometer kann auch, namentlich bei größeren Geschwindigkeiten, wie sie in Wetterkanälen zu herrschen pflegen, die Druck- und Saugwirkung des Luftstromes für die Messung der Stromgeschwindigkeit und damit auch der Wettermenge benutzt werden (vgl. Ziff. 93). In welcher Weise dies geschieht, zeigt Abb. 443. In dem Kanal *K* bewegt sich ein Wetterstrom in der Pfeilrichtung.

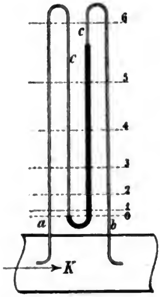


Abb. 443. Schema des Volumenmessers.

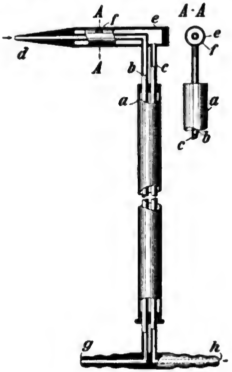


Abb. 444. Staurohr.

Benutzt man ein mit seinem Ende dem Gasstrome entgegengerichtetes Rohr *a* und ein Rohr *b*, dessen Ende in der Stromrichtung umgebogen ist, so werden beide Rohre verschiedene Drücke aus dem Gasstrome ableiten. Schaltet man zwischen Rohr *a* und *b* ein Manometerrohr *c*, so stellt sich in diesem der Wasserspiegel entsprechend den verschiedenen Drücken, d. i. entsprechend etwa dem 1½ fachen der Geschwindigkeitshöhe (s. S. 502) ein. Die Differenz der beiden Wasserspiegel ist also ein Maßstab für die Gasgeschwindigkeit in dem Kanal *K*.

Für unmittelbare Ablesung der Geschwindigkeitshöhe benutzt man ein Staurohr (Abb. 444) in Verbindung mit einem Mikromanometer. Die Mündung *d* des Staurohrs wird dem Wetterstrom entgegengerichtet, so daß sich in dem Rohre *b* der Gesamtdruck einstellt. In dem weiteren Rohre *e* dagegen herrscht ein um die Geschwindigkeitshöhe verminderter Druck, da der Wetterstrom an den Öffnungen *f* vorbeistreicht und hier seine Saug-

[1]) Glückauf 1910, Nr. 47, S. 1833; Stach: Bestimmung des Druckes und der Geschwindigkeit von Gasen und Dämpfen; — ferner ebenda 1914, Nr. 31, S. 1233; Stach: Neuere Meßgeräte usw.

wirkung ausübt. Die in den Rohren *b* und *c* herrschenden, verschiedenen Drücke werden bei *g* und *h* abgeleitet und durch Schläuche zu den Schenkeln eines Mikromanometers (Abb. 436 auf S. 501) geführt. Man kann diese Geschwindigkeitsmesser auch selbstschreibend ausgestalten. Wenn man dann den Maßstab dem Querschnitte der Meßstelle entsprechend wählt, erhält man unmittelbar eine Volumenmessung. Bei diesen Vorrichtungen muß die Skala für die Ablesung, da die Geschwindigkeitshöhe mit dem Quadrate der Geschwindigkeit wächst, eine Teilung haben, deren Zwischenräume nach oben im quadratischen Verhältnisse zunehmen, wie dies schon in Abb. 443 angedeutet ist. Es folgt weiter daraus, daß die Genauigkeit der Ablesung bei kleinen Geschwindigkeiten Einbuße erleidet. Da aber die Geschwindigkeitshöhe in mehrfacher Vergrößerung je nach der Anordnung abgelesen oder auf der Schreibtrommel zur Darstellung gebracht werden kann, verhindert dieser Übelstand die Brauchbarkeit der Vorrichtungen nicht.

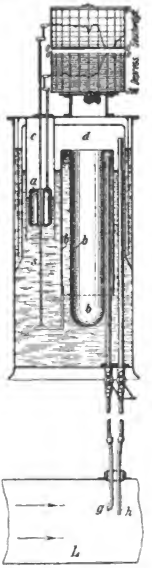


Abb. 445. Schreibender Geschwindigkeits- und Depressionsmesser.

Als Beispiel eines schreibenden Geschwindigkeits- und Volumenmessers sei derjenige der Hydro-Apparate-Bauanstalt zu Düsseldorf, der gleichzeitig mit einem schreibenden Depressionsmesser verbunden ist, aufgeführt (Abb. 445). In die Flüssigkeitsäulen des Geräts tauchen zwei Schwimmer *a* und *b* ein, von denen *a* die Schreibstange für Aufzeichnung der Depression und *b* diejenige für Aufzeichnung der Geschwindigkeit trägt. Wie die Abbildung erkennen läßt, herrscht in dem Raume *e* die nach Ausschaltung der Saugwirkung im Saugkanal vorhandene Depression und im Raume *d* der statische Druck des Wetterkanals, während über dem Schwimmer *a* der äußere Luftdruck vorhanden ist. Die Flüssigkeitspiegel stellen sich je nach Depression und Geschwindigkeit der Luft im Saugkanal etwa in der gezeichneten Stellung ein. Die Geschwindigkeits-Schreibtrommel besitzt quadratische Teilung, doch kann auch gewöhnliche Teilung benutzt werden, wenn man der Schwimmertauchglocke *b* eine entsprechende Form gibt. Die Mündungen *g* und *h* der Druckentnahmerohre sind im Saugkanal an die vorher zu ermittelnde Stelle der mittleren Luftgeschwindigkeit zu bringen.

100. — Vorteile der Volumenmesser. Die beschriebenen Geschwindigkeitsmesser verdienen durchaus neben den Depressionsmessern und zum Teil an deren Stelle benutzt zu werden. Ein Depressionsmesser verzeichnet lediglich die erzielte Depression, ohne aber die tatsächlich durch den Wetterkanal oder die Grube ziehende Wettermenge anzugeben. Es ist der Fall denkbar, daß der Wetterstrom teilweise oder ganz zu fließen aufhört, weil die Wetterstrecke oder der ausziehende Schacht zu Bruche gegangen, verengt oder vielleicht völlig geschlossen ist. Alsdann steigt die Depression bei

Digitized by Google

gleichem Gange des Ventilators sogar noch, so daß bei oberflächlicher Beurteilung alles in Ordnung zu sein scheint. Es fließt aber keine Luft mehr. Der Geschwindigkeits- oder Volumenmesser würde in solchem Falle auf 0 zurückgehen, da an der Meßstelle keine Luftgeschwindigkeit mehr vorhanden wäre. Der Geschwindigkeitsmesser ist also ein besserer Maßstab für die Beurteilung der Bewetterung als ein Depressionsmesser. Vereinigt man einen Geschwindigkeits- mit einem Depressionsmesser, so ist die rechnerische Ermittelung der jeweiligen Ventilatorleistung (s. Ziff. 109, S. 516) ohne weiteres möglich.

101. — Die Wettermenge rechnerisch betrachtet. Um die Wettermenge V[1]) zu finden, müssen wir für eine bestimmte Stelle den Streckenquerschnitt F und die Geschwindigkeit des Wetterstromes v kennen. Dann gilt:

$$V = F \, . \, v \quad \ldots\ldots \quad \text{I.}$$

Da man aus Gründen der Sicherheit sowohl wie der Zweckmäßigkeit bestimmte Geschwindigkeiten nicht überschreiten darf, ist Wert auf ausreichende Streckenquerschnitte zu legen. Die Rücksichten auf Wettergeschwindigkeit und Streckenquerschnitt begrenzen die Möglichkeiten der Bewetterung.

102. — Depression und Reibungswiderstand in rechnerischer Betrachtung. Der für die Bewetterung erforderliche Arbeitsaufwand ist nicht etwa in gleicher Weise wie beispielsweise bei der Kohlenförderung oder Wasserhaltung dafür aufzuwenden, daß das Gewicht der Luft aus dem Schachttiefsten bis über Tage gehoben werden muß. Denn dem Gewichte der gehobenen Luft entspricht ein annähernd gleiches Gewicht einfallender Luft, und nur dafür wird Arbeit verbraucht, daß die Luftmassen in Bewegung gehalten und die dieser Bewegung anhaftenden Reibungswiderstände überwunden werden.

Als Maß für die Reibung, die der Luftstrom auf seinem Wege durch die Grube erfährt, kann der Druckunterschied angenommen werden, der erforderlich ist, damit der Luftstrom mit einer bestimmten Geschwindigkeit in Bewegung bleibt. Man ist dies zu tun berechtigt, weil ja der Druckunterschied (Depression oder Kompression) durch die Reibung aufgezehrt wird, so daß die in Millimetern Wassersäule gemessene Depression gleichzeitig den Reibungswiderstand der Grube für die entsprechende Wettermenge veranschaulicht.

Die Größe des Reibungswiderstandes oder der Depression h wird meistens nach der Formel

$$h = k \cdot \frac{L \, . \, U \, . \, v^2}{F} \quad \ldots\ldots \quad \text{II}$$

---

[1]) In den folgenden Rechnungen bedeuten:

V: die Luftmenge in Sekunden-Kubikmetern,
F: den Streckenquerschnitt in Quadratmetern,
L: die Streckenlänge in Metern,
U: den Streckenumfang in Metern,
v: die Geschwindigkeit in Sekundenmetern,
h: die Depression in Millimetern Wassersäule,
N: den Kraftbedarf in Pferdestärken (PS),
k, k_1, k_2 usw.: Konstanten.

Digitized by Google

berechnet[1]), worin k eine die verschiedene Rauheit der Streckenwände und den Einfluß der Wirbelbildungen berücksichtigende Zahl ist. Aus der Formel ersieht man, daß, um die Reibung herabzusetzen, es darauf ankommt, die Länge des Wetterweges zu verkürzen und den Streckenumfang im Verhältnis zum Querschnitt zu vermindern — am günstigsten ist die Kreisform —, daß aber von ganz besonderem Einflusse eine Verkleinerung der Wettergeschwindigkeit ist. Das Verhältnis von v zu h ergibt sich aus folgender Aufstellung:

$v =$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$	1	2	5 m/sek
$h =$	$\frac{1}{16}$	$\frac{1}{4}$	1	4	25 mm

Das Bestreben muß also dahin gehen, die Wettermenge, wo es nötig ist, nicht durch Erhöhung der Stromgeschwindigkeit, sondern durch andere Mittel (z. B. Erweiterung der Streckenquerschnitte, Teilung des Stromes) zu vergrößern. Anderseits würde es aber auch eine unnütze Ausgabe sein, etwa alle Strecken einer Grube in ihrer Gesamtausdehnung zu erweitern. Vielmehr kommen hierfür nur diejenigen Strecken in Frage, durch die verhältnismäßig große Luftmengen ziehen, also z. B. die Ein- und Ausziehschächte, die Hauptquerschläge und die ausziehenden Wetterstrecken.

103. — Größe der Reibungszahlen. Sind die Größen h, L, U, v und F durch Messungen bekannt, so ist k durch Rechnung zu finden. Für Strecken hat Murgue auf diese Weise folgende Werte von k ermittelt:

0,0003, wenn die Strecken glatt ausgemauert sind,
0,0009, wenn die Strecken im Gestein ohne Zimmerung stehen,
0,0016, wenn die Strecken in Türstockzimmerung stehen.

Noch mehr schwanken nach den Petitschen[2]) Untersuchungen die Werte von k bei Schächten. Die Reibungszahl steigt von etwa 0,0002 für glatt ausgemauerte Schächte ohne jeden Einbau bis 0,0024 für Schächte ohne Ausbau, die reichlich Einstriche für Förderung und Fahrung besitzen, so daß also z. B. ein glatter Schacht 5 mm Depression, ein Schacht mit reichlichen Einstrichen $12 . 5 = 60$ mm Depression bei gleichem Durchmesser und gleicher Wettergeschwindigkeit verbrauchen würde. Für

[1]) Kegel hat (Glückauf 1917, Nr. 26, S. 510) mit Recht darauf hingewiesen, daß die Formel insofern unzulänglich ist, als die Größe k sowohl der Beschaffenheit der Leitungswand als auch, insbesondere bei Lutten, den verschiedenen Querschnitten angepaßt werden muß. Er stellt deshalb eine neue Formel

$$h = \frac{k_1 . L . U . v^2}{(F - c . U)}$$

auf, worin k_1 und c Größen sind, die nur von der Beschaffenheit der Rohrwand, nicht von dem Rohrdurchmesser abhängig sind. Die Berechtigung seines Einwandes wird man zugeben müssen. Mangels genügender Feststellung der neu einzuführenden Größen k_1 und c wird aber einstweilen die obige Formel beibehalten werden können.

[2]) Petit: L'Aérage des travaux préparatoires, (St. Etienne, Soc. d. l'Ind. Min.), 1900.

Digitized by Google

Schachtscheiben entsprechend den Abbildungen 446 u. 447 sind mittlere Reibungszahlen von 0,0011 und 0,0013 ermittelt worden.

Für glatte Lutten aus Eisenblech hat man folgende Werte von k gefunden:

0,0004	bei	Lutten	mit	300	mm Durchmesser
0,0003	"	"	"	400	" "
0,00022	"	"	"	600	" "
0,0002	"	"	"	1000	" "

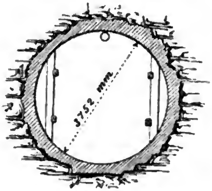


Abb. 446.

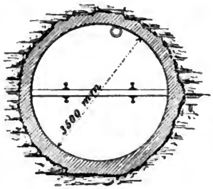


Abb. 447.

Schachtscheiben mit 0,0011 und 0,0013 als Reibungszahlen.

Für gewellte Lutten wird man eine etwa viermal so hohe Reibungszahl annehmen können.

Welche Bedeutung der verschieden hohe Reibungswiderstand hat, erhellt aus der Abb. 448, worin, allerdings ohne Beachtung des etwas wechselnden Verhältnisses von Streckenumfang zum Querschnitt, die bei gleicher Depression gleiche Luftmengen durchlassenden Querschnitte einer Strecke in Türstockzimmerung einer solchen ohne Ausbau und einer glatt ausgemauerten Strecke gegenübergestellt sind.

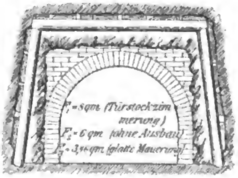


Abb. 448.
Streckenquerschnitte mit gleichem Widerstande für den Durchzug der Luft.

Da bei Lutten die Reibungszahl mit wachsendem Durchmesser sinkt, wird man annehmen dürfen, daß auch bei Strecken und Schächten k bis zu einem gewissen Grade von dem Querschnitt abhängig sein wird.

104. — Beispiel. Ein Querschlag von 1000 m Länge, der 3,2 m breit und 2,2 m hoch ist, wird von 1800 cbm Luft in der Minute durchströmt. Wie hoch ist sein Widerstand?

$$h = k \cdot \frac{1000 \cdot 10{,}8 \cdot 18{,}4}{7}$$

$h = 45{,}4$ mm bei Türstockzimmerung,
$h = 25{,}6$ mm, wenn der Querschlag ohne Ausbau ist,
$h = 8{,}5$ mm bei Ausmauerung.

Es sind das Zahlen, die zeigen, daß eine solche Bewetterung immerhin möglich ist, daß man also die verlangte Wettermenge ohne einen unverhältnismäßig großen Kraftaufwand durch den Querschlag treiben kann.

Digitized by Google

Würde der Querschlag nicht doppelspurig, sondern nur einspurig aufgefahren sein und demgemäß die Maße 2,2 : 2 m besitzen, so würden die Maße für *h* auf 142 oder 80 oder 27 mm steigen. Das sind schon zu hohe Zahlen, und es wird in der Regel unmöglich sein, solche Depressionen für die Beförderung des Wetterstroms durch einen Querschlag aufzuwenden.

105. — Besondere Einflüsse. Die Formel II gilt für gerade Strecken, sie berücksichtigt aber nicht Biegungen, plötzliche Richtungsänderungen, Einschnürungen und dgl. Solche Behinderungen wirken auf den Wetterstrom außerordentlich schädlich ein, weil infolge von Wirbelbildung der nutzbare Querschnitt der Strecke verengt wird (Abb. 449). Je spitzer der Winkel ist, unter dem die beiden Streckenteile zusammenstoßen, um so größer ist die Behinderung des Wetterzuges.

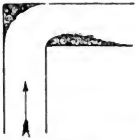


Abb. 449. Wirbelbildung in rechtwinkliger Streckenabzweigung.

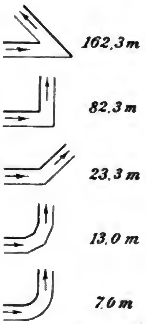


Abb. 450. Gleichwertige Längen von Luttenabzweigungen.

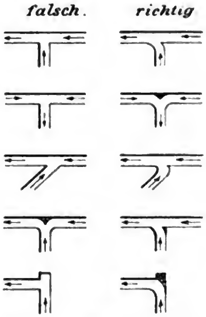


Abb. 451. Falsch und richtig angeordnete Streckenabzweigungen.

Petit hat z. B. durch Versuche mit rechtwinklig zusammenstoßenden Holzlutten (bei rechteckigem Querschnitt in den Maßen von 1,5 : 0,75 m) festgestellt, daß das Kniestück dem Wetterstrome einen gleichen Widerstand bietet wie eine gerade Luttenleitung von 82,3 m Länge. Petit nennt deshalb diese Länge die gleichwertige Länge eines Kniestückes. Abb. 450 zeigt die gleichwertigen Längen verschiedener Luttenabzweigungen für den genannten rechteckigen Querschnitt. Die beigefügten Zahlen lassen erkennen, welchen großen Einfluß eine sachgemäße Führung des Luftstromes ausübt, wie überaus schädlich scharfe Richtungsänderungen sind und was man durch allmähliche, sanfte Krümmungen erzielen kann. In dieser Beziehung wird im Grubenbetriebe häufig gesündigt.

Die Abb. 451 zeigt in Gegenüberstellung unsachgemäß und richtig angeordnete Streckenabzweigungen. Besonders ungünstig ist es, wenn zwei Wetterströme mit entgegengesetzter Bewegungsrichtung aufeinander prallen, wie dies in den drei mittleren Abbildungen der linken Seite dargestellt ist. Alsdann ist es leicht möglich, daß der Strom mit der geringeren Geschwindigkeit gänzlich zurückgestaut wird. Sehr schädlich wirken auch Sackgassen (s. Abb. 451, links unten), in die die Wetter hineinstoßen und in denen sie sich sozusagen verfangen. Schwierigkeiten machen in dieser Beziehung

Digitized by Google

häufig die Ableitungen des Wetterstromes aus Schächten in horizontale Strecken und umgekehrt die Überführungen aus diesen in jene. — Auf sehr vielen Gruben sind fehlerhafte Anordnungen der dargestellten Art anzutreffen.

106. — Temperament der Grube. Für eine bestimmte Grube kann die Formel II:

$$h = k \cdot \frac{L \cdot U \cdot v^2}{F}$$

und ebenso die Größe:

$$k \cdot \frac{L \cdot U}{F}$$

als konstant angesehen werden. Wir können also für diese Größe eine neue Konstante k_1 in die Formel II einsetzen, so daß wir erhalten:

$$h = k_1 v^2.$$

Hieraus folgt, daß $v^2 : h$ und auch $v : \sqrt{h}$ konstante Verhältnisse sind. Da v

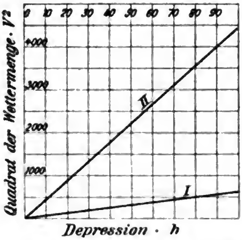


Abb. 452. Temperament der Grube ($V^2 : h$).

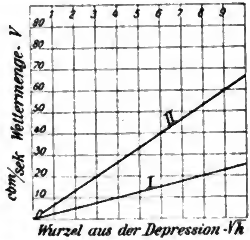


Abb. 453. Temperament der Grube ($V : \sqrt{h}$).

proportional V ist, müssen ferner die Verhältnisse $V^2 : h$ und $V : \sqrt{h}$ für eine und dieselbe Grube konstant sein. Diese Konstanten bezeichnet man als das Temperament der Grube. Nur wenn der Zustand der Grube z. B. durch Erweiterung der Wetterwege, neue Durchschläge, veränderte Führung des Wetterstromes oder neue Bildung von Teilströmen geändert wird, ändert sich auch das Temperament.

Man kann sowohl das Verhältnis $V^2 : h$ wie das Verhältnis $V : \sqrt{h}$ zeichnerisch zur Darstellung bringen (Abb. 452 u. 453), indem man V^2 oder V als Ordinaten und h oder $\sqrt{h}$ als Abszissen aufträgt. Da bei Stillstand des Ventilators Wettermenge und Depression gleich Null sind, muß die das Temperament darstellende Gerade durch den Nullpunkt des Koordinatensystems gehen, und es genügt beim Gange des Ventilators eine einzige Messung der Wettermenge und Depression, um den Verlauf der Geraden festzulegen. In den Abbildungen 452 u. 453 stellen die Geraden I das Temperament einer und derselben und die Geraden II dasjenige einer anderen Grube dar. Die Geraden veranschaulichen, wie sich für die

Digitized by Google

betreffende Grube das Quadrat der Wettermenge mit der Depression und diese selbst mit der Wurzel aus der Depression verschiebt.

Der Einfluß des natürlichen Wetterzuges auf das Temperament soll später (Ziff. 146) besprochen werden.

107. — Beispiele. 1. Der Ventilator auf einer Grube erzeugt 64 mm Depression und liefert sekundlich 20 cbm Luft. Wieviel Luft wird er liefern, wenn er bei schnellerem Gange 100 mm Depression erzeugt? Da die Wettermengen sich wie die Wurzeln aus den Depressionen, also wie 8:10, verhalten, wird die bei 100 mm Depression gelieferte Wettermenge auf 25 cbm steigen (Gerade I der Abbildung 453).

2. Läßt man denselben Ventilator langsamer laufen, so daß er schließlich nur noch 16 mm Depression erzeugt, so wird die Wettermenge im Verhältnis von 8:4, also von 20 auf 10 cbm sinken (Gerade I).

3. Eine Grube mit 40 cbm sekundlicher Wettermenge und 36 ($= 6^2$) mm Depression wünscht auf eine Wettermenge von 60 cbm zu kommen. Die dafür erforderliche Depression wäre 81 ($= 9^2$) mm (Gerade II).

108. — Gleichwertige (äquivalente) Grubenöffnung, Grubenweite. Wenn man den Saugkanal des Ventilators statt an das Grubengebäude an die freie Luft anschließt und gleichzeitig durch eine dünne Wand verschließt, so kann man sich in diese ein Loch geschnitten denken, das so groß ist, daß es beim Gange des Ventilators ebensoviel Luft durchläßt, wie beim Anschluß des Saugkanals an das Grubengebäude dem Ventilator zuströmt. Die hergestellte Öffnung und das Grubengebäude setzen also dem Durchgange des Wetterstromes den gleichen Widerstand entgegen. Eine solche Öffnung in dünner Wand nennen wir die gleichwertige (äquivalente) Öffnung der Grube oder die Grubenweite.

Für die Berechnung der gleichwertigen Grubenöffnung A hat man die folgende (freilich nicht einwandfreie) Formel für den Ausfluß von Gasen

$$A = \frac{V}{k_1 \cdot \sqrt{2\,g\,H}}$$

benutzt, worin k_1 den Zusammenziehungs- und Reibungskoeffizienten des durch eine Öffnung A (ausgedrückt in qm) fließenden Luftstrahles, g die Fallbeschleunigung und H die Druckhöhe in Meter Luftsäule bedeuten, während V die auf S. 509 in der Anmerkung angegebene Bedeutung hat. Setzt man $k_1 = 0{,}65$ und $g = 9{,}8$, so erhält man, wenn man schließlich $H = 0{,}833\ h$ entsprechend einem Gewichte der Grubenluft von 1,2 kg je Kubikmeter annimmt, um statt der Luftsäule in Metern die Wassersäule in Millimetern (s. Anm. auf S. 509) in die Rechnung einzuführen:

$$A = 0{,}38 \cdot \frac{V}{\sqrt{h}} \quad \ldots\ldots\ldots \quad \text{III.}$$

Wie man sieht, ist die Formel nur ein anderer und wegen der Unsicherheit des Koeffizienten k_1, also auch der Konstanten 0,38, sogar willkürlicher Ausdruck für das Temperament der Grube. Immerhin erleichtert der Begriff die Vorstellung und verleiht den verschiedenen Durchlaßvermögen der Gruben Anschaulichkeit. Wie das Temperament bleibt auch die gleichwertige Öff-

Digitized by Google

nung, solange die Grubenräume und die Stromverteilung unverändert bleiben, für alle Wettermengen und Depressionen gleich; sie ändert sich aber sowohl entsprechend dem Vorrücken der Grubenbaue als auch bei geänderter Leitung des Wetterstromes, so daß z. B. eine Vergrößerung der gleichwertigen Öffnung nicht nur durch eine Erweiterung der Querschnitte, sondern auch durch eine Teilung des Wetterstromes erreicht werden kann. Im folgenden sind die Grubenweiten einiger Zechen des Ruhrbezirks mit verschieden hohen Wettermengen und Depressionen zusammengestellt:

	Wettermenge je Sekunde cbm	Depression mm	Grubenweite qm
Rheinelbe VI	250	400	4,75
Hibernia	125	81	5,28
Neumühl	120	225	3,04
Consolidation III/IV	80	100	3,04
Osterfeld	50	130	1,67
Eiberg	20	85	0,82

Die Beispiele entsprechen, namentlich was die Zechen Osterfeld und Eiberg angeht, nicht mehr der Jetztzeit. Immerhin geben die Zahlen ein lehrreiches Bild.

Als derzeitigen Durchschnitt für den Ruhrbezirk wird man etwa 2,5 bis 3,0 qm ansehen können.

Da in der Formel III das Verhältnis $\frac{V}{\sqrt{h}}$ wieder erscheint, ist die zeichnerische Darstellung des Temperaments der Grube (Abb. 452 u. 453) gleichzeitig ein Ausdruck für die Grubenweite. Ist diese bedeutend, so überwiegt V^2 und V im Verhältnis zu h und $\sqrt{h}$, und der von der Geraden und der Abszissenachse eingeschlossene Winkel ist groß. Andernfalls ist der Winkel klein und wird immer spitzer, je enger die Grube ist. Als Grenzwert ergibt sich ein Winkel von 90° bei unendlich großer Grubenweite und ein solcher von 0° bei geschlossenem Saugkanal, so daß man also die Tangente des Neigungswinkels bei gegebener Teilung der Koordinaten als Maßstab für die Grubenweite betrachten kann.

Auf die Bestimmung der Grubenweite muß man verzichten, wenn die Grube mehrere ausziehende Schächte hat, deren Ventilatoren sich gegenseitig beeinflussen. Näheres hierüber findet sich in Ziff. 140 („Nebeneinanderschaltung der Ventilatoren").

Bei Gruben, die zunächst mit natürlicher Wetterführung arbeiten und später zur Aufstellung eines Ventilators — also zur künstlichen Wetterführung — übergehen wollen, ist es möglich, die Grubenweite vor Beschaffung des Ventilators zu ermitteln, da man die Wettermenge kennt und den die natürliche Wetterbewegung bewirkenden Druckunterschied feststellen kann. Dagegen sind noch in der Entwickelung begriffene Gruben bei Bestellung des Ventilators gewöhnlich zur Schätzung der Grubenweite gezwungen.

109. — Arbeitsleistung für die Wetterbewegung. Um den für die Wetterbewegung erforderlichen Kraftbedarf zu ermitteln, kann man sich

Digitized by Google

vorstellen, daß die Luft entgegen dem Widerstande h der Grube mittels eines in einem Zylinder geführten Kolbens fortgeschoben wird (Abb. 454). Soviel Millimeter Depression oder Kompression, ausgedrückt in Wassersäule, notwendig für die Bewetterung sind, ebenso viele Kilogramm Druck müssen auf jedes Quadratmeter des Kolbens ausgeübt werden (s. Ziff. 87), wenn dieser die Bewetterungsarbeit übernehmen soll.

Besäße der Kolben 1 qm Querschnitt, so betrüge der erforderliche Druck also h kg, und um V cbm Luft zu fördern, müßte der Kolben einen Weg von V m machen. Die geleistete Arbeit wäre also:

$$V \cdot h \text{ mkg},$$

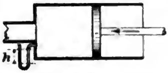


Abb. 454. Veranschaulichung der zum Fortschieben der Wetter erforderlichen Arbeit.

oder in Pferdestärken als Leistung N in der Sekunde ausgedrückt:

$$N = \frac{V \cdot h}{75} \quad \ldots \ldots \ldots \quad \text{IV.}$$

Die Arbeitsleistung für die Bewetterung (Luftleistung des Ventilators in PS) der auf S. 515 erwähnten Gruben berechnet sich hiernach wie folgt:

Rheinelbe VI	$\frac{250 \cdot 400}{75}$	= 1333,3 PS
Hibernia	$\frac{125 \cdot 81}{75}$	= 135 „
Neumühl	$\frac{120 \cdot 225}{75}$	= 360 „
Consolidation III/IV .	$\frac{80 \cdot 100}{75}$	= 107 „
Osterfeld	$\frac{50 \cdot 130}{75}$	= 87 „
Eiberg	$\frac{20 \cdot 85}{75}$	= 22,7 „

Die für die Zeche Rheinelbe VI ermittelte Zahl gibt ein deutliches und überraschendes Bild von der Größe der Arbeit, die auf einer neuzeitlichen Tiefbau- und Schlagwettergrube für die zunächst unerheblich erscheinende Luftbewegung geleistet werden muß. Jede, an sich gering erscheinende Verbesserung des Grubenwiderstandes hat in solchem Falle sehr namhafte Kraftersparnisse im Gefolge.

110. — Zusammenfassung. Bei Vermehrung der Wettergeschwindigkeit in einer beliebigen Grube wächst nach Formel I im selben Maße die Wettermenge.

Nach Formel II wachsen die Widerstände mit dem Quadrate der Geschwindigkeit; sie wachsen also auch proportional dem Quadrate der Wettermenge.

Nach Formel IV steigt der Kraftbedarf proportional dem Produkte aus der Wettermenge und dem Widerstande. Da aber der Widerstand allein

Digitized by Google

bereits proportional dem Quadrate der Wettermenge wächst, steigt der Kraftbedarf proportional dem Kubus der Wettermenge.

Dieser Zusammenhang kommt in den folgenden Zahlen zum Ausdruck, die für eine angenommene Grube oder Grubenabteilung oder auch für einen langen Querschlag die Wettergeschwindigkeit, die Wettermenge, den Widerstand bei der angenommenen Geschwindigkeit und den erforderlichen Kraftbedarf gegenüberstellen. Man sieht daraus, wie Wettermenge, Widerstand und Kraftbedarf, die für den Fall I beliebig angenommen sind, wachsen, wenn man die Wettergeschwindigkeit von 1½ m im Fall I auf 3 m im Fall II und schließlich auf 6 m im Fall III steigert.

	Geschwindigkeit (v) m	Wettermenge (V) cbm	Widerstand (h) mm	Kraftbedarf (N) PS
Fall I	1,5	37,5	25	12,5
Fall II	3,0	75,0	100	100,0
Fall III	6,0	150,0	400	800,0

B. Die Mittel zur Erzeugung der Wetterbewegung.

Man unterscheidet zwischen natürlicher und künstlicher Bewetterung, je nachdem man zur Erzeugung der Wetterbewegung sich der natürlichen, physikalischen Verhältnisse oder künstlicher Mittel bedient.

a) Der natürliche Wetterzug.

111. — Vorbemerkung. Die natürlichen Verhältnisse, die einen Wetterzug in der Grube im Gefolge haben können, sind Erwärmung oder Abkühlung der Grubenwetter durch die Gebirgstemperatur, Aufnahme spezifisch leichter Gase, namentlich des Wasserdampfes; Stoßwirkung fallenden Wassers; Abkühlung der Wetter durch dieses und Stoß- oder Saugwirkung des Windes.

Die Diffusion kommt wegen ihrer zu geringen Wirkung hier nicht in Betracht.

Temperaturveränderung und Feuchtigkeitsaufnahme der Grubenwetter gehen, wie aus dem früheren Abschnitt II über die Grubenwetter (s. besonders S. 448 u. f.) zu entnehmen ist, in der Regel Hand in Hand, und ihre Wirkungen mit Bezug auf die Volumen- und Gewichtsänderung der Grubenwetter verstärken einander. Sie sind für die natürliche Wetterführung in erster Linie von Bedeutung.

Das im Schachte herniedertropfende Wasser wirkt, abgesehen von der etwaigen Abkühlung der Luft, durch mechanischen Stoß, indem es beim Fallen Luftteilchen vor sich herzutreiben und mit sich zu reißen sucht. Aus dieser Wirkung folgt, daß fallendes Wasser für einziehende Schächte erwünscht sein kann, daß es aber in ausziehenden Schächten von schädlichem Einflusse ist. Petit hat gefunden, daß bei einziehenden Schächten 12—16% der im fallenden Wasser steckenden Arbeit für die Wetterführung nutzbar gemacht werden, daß aber in ausziehenden Schächten, wo das Wasser auf die entgegenkommende Luft mit größerer Geschwindigkeit aufprallt, die hemmende

Digitized by Google

Wirkung bis zu 58 % der im Fall des Wassers steckenden Arbeit ansteigen kann. Gerade in Ausziehschächten ist aber wegen des sog. „Regnens" der Schächte (vgl. Ziff. 15) fallendes Wasser eine häufige Erscheinung.

Der Wind als natürliches Wetterbewegungsmittel kann selbstverständlich nur für flache und wenig ausgedehnte Gruben in Betracht kommen. Bei der Unregelmäßigkeit seines Auftretens soll man sich auf ihn allein überhaupt nicht verlassen. Der Wind wird aber manchmal dazu benutzt, die natürliche Wetterführung zu unterstützen, indem man Wetterschächten einen drehbaren „Wetterhut" (ähnlich den Luftschloten der Dampfer) aufsetzt, in den man den Wind hineinblasen läßt, falls der Schacht einzieht, oder der in die Windrichtung gedreht wird, falls der Schacht ausziehen soll, wie dies die voll ausgezogenen und die punktierten Pfeile der Abb. 455 andeuten.

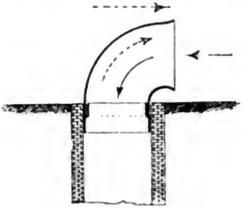


Abb. 455. Wetterhut.

112. — Wirkung des natürlichen Wetterzuges bei Stollengruben. In söhligen Strecken oder in Grubenbauen, die in einer söhligen Ebene liegen, wird die etwaige Gewichtsänderung der Grubenwetter durch Erwärmung, Abkühlung oder Feuchtigkeitsaufnahme ohne Einfluß auf die Wetterbewegung sein. Stollengruben, bei denen die beiden Ausgänge und die sämtlichen Baue etwa in gleicher Höhe liegen, werden deshalb auf eine natürliche Bewetterung zumeist nicht rechnen können.

Anders ist es, wenn Höhenunterschiede vorhanden sind, so daß mehr oder weniger hohe Luftsäulen einander gegenüberstehen. Bei ungleichmäßiger Erwärmung kann dann eine Luftbewegung eintreten. Der Vorgang ist ähnlich demjenigen in einem Schornstein, bei dem der Gewichtsunterschied zwischen der warmen Innen- und der kalten Außenluft die Bewegung veranlaßt.

Abb. 456 Stollengrube mit Schacht.

In einer flachen Stollengrube (Abb. 456) von etwa 25 m Teufe haben wir eine gleichmäßige Gesteinstemperatur von etwa 9° zu erwarten. Die Temperatur der äußeren Luft liegt im Sommer höher und im Winter tiefer, so daß die in die Grube tretende Luft dort im Sommer abgekühlt und im Winter erwärmt werden wird. Welche Temperatur die Grubenwetter im söhligen Stollen und in den sonstigen Bauen besitzen, ist zunächst ohne Belang. Denn es kommt ausschließlich auf den Gewichtsunterschied zwischen der Luftsäule im Schachte und einer gleich hohen Luftsäule (*S*) über dem Stollenmundloch an. Im Sommer ist die im Schachte befindliche Luft infolge Einwirkung der Gesteinstemperatur kühler, also dichter und schwerer als die Außenluft, so daß sie gegenüber der Luftsäule über dem Stollenmundloch das Übergewicht hat. Die Folge ist, daß die Luft im Schachte niedersinkt, daß also der Schacht ein- und der Stollen auszieht.

Digitized by Google

Umgekehrt ist der Vorgang im Winter. Die im Schachte befindliche Luft ist wärmer und leichter als die vor dem Stollenmundloche stehende Außenluft. Der Schacht zieht aus und der Stollen ein. In der Zeit des Überganges, also im Frühjahr und Herbst, muß jedesmal eine Stockung des Wetterzuges vor der schließlichen Umkehr der Stromrichtung eintreten.

Es hat auf den ersten Blick den Anschein, als ob der Wetterzug im Sommer gleich kräftig wie im Winter sein müßte, weil die Temperaturunterschiede gegen das Jahresmittel von 9° C im Sommer ebenso groß wie im Winter sind. Tatsächlich ist aber die Bewetterung in solchen Gruben im Winter besser als im Sommer. Auch pflegt die Zeit, während deren der Stollen die Wetter einzieht, wesentlich länger als ein halbes Jahr anzudauern. Es liegt das daran, daß im Winter die Luft zunächst den Stollen und die Baue bestreicht und hier volle Gelegenheit findet, die Gesteinstemperatur anzunehmen. Sie wird also, tatsächlich bis auf die Gesteinstemperatur erwärmt, in den Schacht eintreten. Im Sommer dagegen fällt die warme Außenluft unmittelbar in den Schacht ein und kann in nutzbringender Weise nur innerhalb des Schachtes selbst, also auf einem sehr kurzen Wege, sich herabkühlen. Die spätere Abkühlung in den Bauen kommt der Stärke des Wetterzuges nicht mehr zugute. Deshalb pflegt der Wetterzug schwächer als im Winter zu sein.

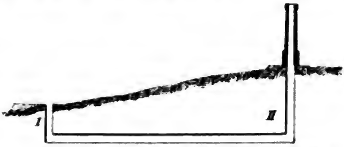


Abb. 457. Grube mit 2 Schachtöffnungen in verschiedener Höhenlage.

Bei Gruben mit zwei Schächten, deren Hängebänke in verschiedener Höhe liegen (Abb. 457), finden wir ähnliche Verhältnisse bezüglich der Wetterführung wie bei Stollengruben. Man kann die Wirkung dadurch verbessern, daß man auf den höher gelegenen Schacht einen Schornstein setzt, um den Höhenunterschied zu vergrößern. Allzuviel Wirkung wird man sich aber von solch einem Schornstein nicht versprechen dürfen, da sein Mauerwerk nicht im selben Maße wie das Gestein im Schachte erwärmend oder abkühlend auf die Wetter einwirkt, sondern selbst annähernd die Außentemperatur besitzt.

113. — **Wirkungen des natürlichen Wetterzuges auf flache Gruben mit 2 Schächten in gleicher Höhenlage.** In einer flachen Grube mit zwei Schächten in gleicher Höhenlage hat man im Winter auch einen natürlichen Wetterzug zu erwarten. Denn sobald der Wetterzug — gleichgültig nach welcher Seite — einmal in Bewegung gekommen ist, treten die unter Tage erwärmten Wetter in den einen der beiden Schächte ein, erwärmen diesen und machen ihn zum ausziehenden Schachte, während gleichzeitig die kalte Außenluft in den andern Schacht einfällt. Ist einmal der Wetterzug eingeleitet, so wird er solange bestehen bleiben, wie die Außentemperatur kälter als diejenige unter Tage ist und hier eine Erwärmung der eingetretenen Luft stattfindet. Sobald aber im Sommer die Außentemperatur über die Temperatur in der Grube steigt, so daß sich die Luft unter Tage abkühlt, muß der Wetterzug zum Stillstand kommen. Die Grubenbaue und

beide Schächte sind dann von einer verhältnismäßig schweren Luft erfüllt. Selbst wenn aus irgendeinem Anlaß warme Außenluft in einen der beiden Schächte träte, so würde sie alsbald durch die kühle und schwere Luft des andern Schachtes wieder herausgedrückt werden, und ein Wetterzug könnte nicht entstehen. Für den Sommer müssen also künstliche Mittel zur Wetterbewegung in Anwendung kommen.

114. — Wirkung des natürlichen Wetterzuges auf tiefe Gruben. In tiefen und warmen Gruben, deren Gebirgstemperatur das ganze Jahr hindurch höher als die Außentemperatur ist, findet stets eine Erwärmung der Luft in der Grube statt, und sobald der Wetterzug nach der einen oder andern Richtung in Bewegung gekommen ist, bleibt der Strom bestehen. Selbstverständlich wird er im Winter kräftiger als im Sommer sein, während im übrigen die Stärke des Stromes mit der Tiefe und Temperatur der Grube steigt (vgl. die Rechnung in Ziff. 115). Unter Umständen kann der natürliche Wetterzug in tiefen Gruben völlig für die Bewetterung ausreichen. Jedenfalls wird die Arbeit des Ventilators wesentlich erleichtert, da er durch den natürlichen Wetterzug unterstützt wird. Ferner besteht der Vorteil, daß bei Stillständen des Ventilators der Wetterzug — mit verminderter Stärke — andauern kann.

115. — Feststellung der Stärke des natürlichen Wetterzuges. Zur Feststellung der Stärke des natürlichen Wetterzuges kann man sich der Rechnung bedienen. Haben wir z. B. auf einer Grube zwei Schächte von je 400 m Tiefe, so werden wir vielleicht zur Winterzeit im einziehenden Schacht 10° C Durchschnittstemperatur und 50 % Sättigung mit Wasserdampf, im ausziehenden dagegen 20° C und 100 % Sättigung feststellen können. Dann wiegt bei 760 mm Druck 1 cbm im einen Falle 1,246 kg und im anderen 1,194 kg (vgl. Ziff. 65). Die eine Luftsäule würde gegenüber der anderen einen Überdruck von $400 \cdot 0{,}052 = 20{,}8$ kg auf je 1 qm besitzen und die natürliche Depression demgemäß 20,8 mm betragen.

Bei Gruben ohne künstliche Wetterführung läßt sich bisweilen die natürliche Depression leicht unmittelbar messen, indem man für den Versuch den ausziehenden Schacht mit einer Haube plötzlich schließt. Die in ihm befindliche, leichte Luft besitzt einen gewissen Auftrieb, der dem Druckunterschied der beiden Luftsäulen gleich ist. Bringt man also auf der für kurze Zeit aufgesetzten Haube einen Depressionsmesser an, so kann der Druckunterschied als Kompression abgelesen werden.

Für Gruben mit künstlicher Wetterführung kann aus dem Verlaufe der Linien des Temperaments die Stärke des natürlichen Wetterzuges ermittelt werden (vgl. Ziff. 146 dieses Abschnittes).

116. — Dampfrohrleitungen als Wetterbewegungsmittel. Auf der Grenzlinie zwischen natürlicher und künstlicher Wetterführung steht die Benutzung von Dampfrohrleitungen zur Erzeugung des Wetterzuges, die aus anderen betrieblichen Gründen eingebaut sind. Zwecks besserer Wärmeabgabe läßt man wohl auch die Isolation fehlen. Solche Leitungen sind im ausziehenden Schachte ebenso nützlich, wie sie im einziehenden Schachte schädlich wirken. Übrigens sei bemerkt, daß Dampfrohrleitungen wegen der Brandgefahr nur in Schächten zu dulden sind, die in Mauerung oder eisernem Ausbau stehen.

Digitized by Google

Auch die Preßluftleitung kann bei tiefen Gruben je nach ihrer Unterbringung im Ein- oder Ausziehschachte die Bewetterung nicht unerheblich stören oder fördern.

b) Die künstliche Wetterbewegung.

Die Mittel zur künstlichen Erzeugung des Wetterzuges sind Wetteröfen, Wettermaschinen und Strahlgebläse.

1. Wetteröfen.

117. — Einleitung. Kesseln. Das älteste künstliche Mittel zur Erzeugung des Wetterzuges bestand in der unmittelbaren Erwärmung des ausziehenden Wetterstromes durch Feuer im Schachte selbst, durch das sog. „Kesseln". Hierbei wurde ein Feuerkorb an Ketten in den Schacht gehängt. In dem Korbe wurde ein Koks-, Kohlen- oder Holzfeuer unterhalten. Das Verfahren ist der damit verbundenen Gefahren wegen fast allgemein verboten worden.

Mit größerem Erfolge und weniger Gefahr sind die Wetteröfen verwendbar. Diese können über oder unter Tage stehen.

118. — Wetteröfen über Tage. Wenn der Wetterofen über Tage sich befindet, so ist der ausziehende Schacht durch einen Wetterkanal an einen möglichst hohen Schornstein anzuschließen, der außerdem mit dem eigentlichen Ofen oder dem Herde in Verbindung steht (Abb. 458).

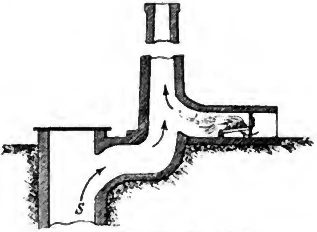


Abb. 458. Wetterofen über Tage.

Für größere Wettermengen muß der Schornstein bedeutende Abmessungen und eine beträchtliche Höhe erhalten. Ein Teil des ausziehenden Stromes kann als Verbrennungsluft unter den Rost geleitet werden. Bei matten ausziehenden Wettern ist aber ein schlechtes Brennen die Folge.

In ähnlicher Weise wie ein Wetterofen über Tage wirkt der Anschluß des ausziehenden Schachtes an den Schornstein der Kesselanlage. Von diesem Mittel macht man bisweilen auf leicht zu bewetternden oder auf neu eröffneten Gruben Gebrauch, wo sonstige Einrichtungen zur künstlichen Bewetterung fehlen.

Insgesamt ist die Wirkung der Wetteröfen über Tage gering, weil die erwärmte, leichte Luftsäule nur die verhältnismäßig niedrige Höhe des Schornsteins besitzt.

119. — Wetteröfen unter Tage. Die unter Tage befindlichen Wetteröfen sind weit wirksamer, weil die hohe Luftsäule im ganzen ausziehenden Schachte erwärmt wird. Dem Ofen wird als Verbrennungsluft ein frischer Teilstrom oder in schlagwetterfreien Gruben ein Teil der abziehenden Grubenwetter zugeführt. Die Abgase steigen im ausziehenden

Digitized by Google

Schachte S (Abb. 459) hoch, in den der ausziehende Strom bzw. dessen Rest besonders geleitet wird. Auf jeder Kohlengrube ist beim Vorhandensein von Wetteröfen in der Nähe von Flözen Grubenbrand zu befürchten, so daß in dieser Beziehung Vorsichtsmaßregeln (z. B. durch einen Luftkühlmantel nach Abb. 459) zu treffen sind.

Unterirdische Wetteröfen arbeiten häufig, namentlich in weiten Gruben, wo die Depression nicht sonderlich hoch zu sein braucht, nicht unwirtschaftlich, weil die von den Kohlen erzeugte Verbrennungswärme unmittelbar und nicht erst auf dem Umwege über Dampferzeugung und Maschinenkraft ausgenützt wird. Stets aber sind Wetteröfen unter Tage insofern lästig, als sie den ausziehenden Schacht unfahrbar und für die Förderung unbenutzbar machen. Ferner sind sie, abgesehen von der Brandgefahr, unter Umständen gefährlich. Bricht nämlich im einziehenden Schachte oder an einem anderen Punkte des Grubengebäudes ein Brand aus, so ist es nicht ausgeschlossen, daß die Stromrichtung der Wetter umschlägt und die Feuerungsgase des Wetterofens in die Grubenbaue gelangen. Auch fehlt wiederum die Möglichkeit, die Wetterführung nach Belieben umzukehren. Schließlich ist es ein Nachteil, daß man den Wetterofen nicht sofort stillsetzen kann.

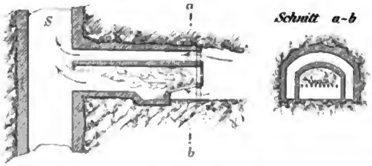


Abb. 459. Wetterofen unter Tage.

Künstliche Bewetterung mittels mechanischer Vorrichtungen wird deshalb in den meisten Fällen den Vorzug verdienen.

2. Wettermaschinen.

a) Beschreibender Teil.

120. — Einleitende Bemerkungen. Die älteren, sog. Volumenmaschinen, die etwa nach Art der Luftkompressoren oder Gebläsemaschinen bei jedem Hin- und Hergang der bewegten Teile oder auch bei jeder Umdrehung eine gewisse Menge Luft erfassen und fortschieben, werden für die Zwecke der Grubenbewetterung nicht mehr gebraucht. Die neueren Maschinen sind sämtlich „Depressionsmaschinen", die nicht unmittelbar eine bestimmte Luftmenge fortbewegen, sondern nur mittelbar eine Luftbewegung veranlassen, indem sie eine gewisse Depression (Unterdruck) oder Kompression (Überdruck) erzeugen und demzufolge saugend oder blasend wirken. Welche Wettermenge hierbei durch eine bestimmte Leistung der Arbeitsmaschine in Bewegung gesetzt wird, hängt von dem Widerstande ab, den der Strom auf seinem Wege findet.

Die Depressionsmaschinen haben den Vorteil eines gleichmäßigen Arbeitsganges sowie die Eigentümlichkeit, daß sie die Verbindung der Grubenräume mit der äußeren Luft nicht durch Ventile, Kolben oder Flügel unterbrechen. Vielmehr bleibt diese Verbindung stets offen, so daß auch bei Still-

Digitized by Google

stand des Ventilators durch ihn hindurch die in der Grube befindliche Luft nach außen oder die atmosphärische Luft in die Grube gelangen und der Wetterzug infolge der natürlichen physikalischen Verhältnisse der Grube andauern kann.

Es gibt zwei Gattungen von Depressionsmaschinen: die Schraubenräder und die Schleuderräder.

121. — **Schraubenräder.** Die Schraubenräder sind in ihrem Bau einem Windmühlenrade (auch dem Flügelrade eines Casella-Anemometers) oder einer Dampfschiffschraube ähnlich. Die Wirkung ist etwa in der Umkehrung zu denken. Während das Windmühlenrad vom Winde gedreht wird und Kraft abgibt, soll das mechanisch angetriebene Schraubenrad Wind erzeugen. Die Dampfschiffschraube dreht sich, um sich selbst mit dem Schiffe

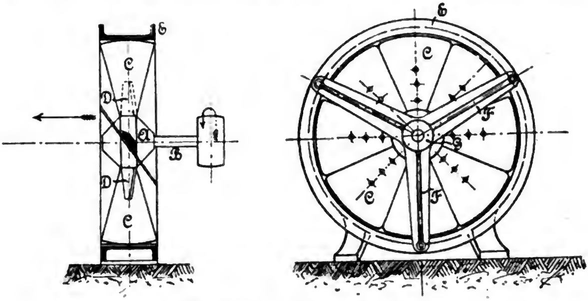


Abb. 460. Schraubenventilator von Schiele.

im Wasser vorwärts zu bewegen. Das Schraubenrad dreht sich an seinem festen Standorte, um den Luftstrom in Bewegung zu bringen.

Nach dem Gesagten besitzt also ein Schraubenrad windmühlenähnlich gestellte Flügel, die die Luft fortschieben. Der Neigungswinkel der Schraubenflügel beträgt 45°. Damit die vom Rade fortbewegte Luft nicht wieder in den Raum zurückströmt, aus dem sie angesaugt ist, muß das Rad am Umfange durch ein zylindrisches Gehäuse umschlossen sein, das unmittelbar an den Saug- wie an den Ausblasekanal anschließt. Die Abb. 460 stellt den Schraubenventilator von Schiele dar. *A* ist die auf der Welle *B* befestigte Nabe; an den schräg gestellten Armen *D* sind die Flügel *C* befestigt, die sich in dem Gehäuse *E* drehen.

Derartige einfache Schraubenräder arbeiten insofern günstig, als sie imstande sind, große Luftmengen fortzubewegen, und als sie hierbei der Luft einen geringen Durchströmungswiderstand bieten. Aber sie erzeugen nur eine geringe Depression (bis etwa 40 mm), so daß sie für die Bewetterung neuzeitlicher Gruben nicht ausreichen, auch erreicht ihr Wirkungsgrad kaum 50%. Dagegen werden solche Räder neuerdings als Luttenventilatoren (s. Ziff. 180), für die die erzielbare Depression voll ausreicht, verwandt,

Digitized by Google

auch werden sie viel für die Ventilation von Versammlungsälen und Gebäuden benutzt und sind hierfür besonders geeignet, da die Luft achsial durch sie hindurchstreicht und sie daher sich ohne Schwierigkeit in jeder Lutte oder Wand anbringen lassen, was bei Schleuderrädern wegen der verwickelten Luftführung nicht der Fall ist.

Ein wesentlich verbessertes Schraubenrad ist das nach seinem Erfinder Schlotter benannte Schlottergebläse, das von den Siemens-Schuckertwerken gebaut wird und namentlich an Kalisalzwerke viel geliefert ist. Hinter dem fünfflügeligen Laufrade (Abb. 462) ist eine feststehende Leitschaufelvorrichtung (Abb. 461) angeordnet, die den aus dem ersteren austretenden Luftstrom mehrfach teilt und stoß- und wirbelfrei aufnimmt. Die Leit- sowohl wie die Laufschaufeln haben Schraubenform. Das

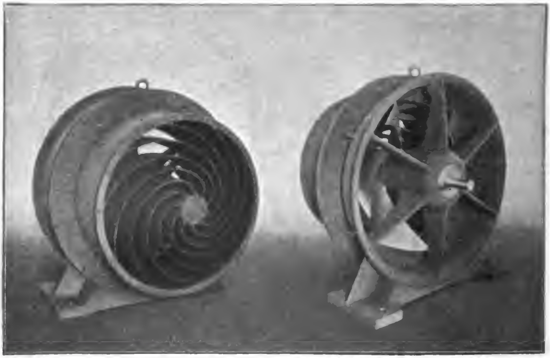


Abb. 461. Ansicht des Schlottergebläses, gesehen von der Leitradseite. Abb. 462. Ansicht des Schlottergebläses, gesehen von der Laufradseite.

Wesentliche und Neue liegt darin, daß die Austrittskanten des Laufrades sich mit den Eintrittskanten der Leitvorrichtung an jeder Stelle rechtwinklig kreuzen[1]). Mit den Schlottergebläsen kann man Unter- oder Überdrücke bis zu 300 mm Wassersäule erzeugen. Dabei besitzen die Gebläse Wirkungsgrade bis zu 75—80 %.

122. — Wirkungsweise der Zentrifugalventilatoren oder Schleuderräder[2]). Die Wirkung der Schleuderräder wird dadurch erzielt, daß die Luft am Umfange des mit großer Geschwindigkeit gedrehten Rades abgeschleudert wird. Auf solche Weise entsteht im Innern des Rades eine Saugwirkung. Zur Erreichung dieser Folge besitzen die Schleuderräder radial gestellte

[1]) Österr. Zeitschr. f. Berg- u. Hütt.-Wes. 1914, Heft 36/37, S. 519; Krull: Das Schlottergebläse; — ferner Glückauf 1914, Nr. 45, S. 1583; Stach: Schlotterventilatoren und -gebläse.

[2]) v. Jhering: Die Gebläse, (Berlin, Springer), 1913, S. 352 u. f.

Digitized by Google

Schaufeln, deren Breitseite in der Achsrichtung liegt. Das Rad bewegt sich entweder zwischen zwei feststehenden Wänden, oder, was häufiger ist, es besitzt selbst Seitenwände, die an der Drehung teilnehmen. Da, wo die Achse durch die Seitenwände geführt ist, befindet sich die Saugöffnung. Diese ist entweder nur an einer Seite des Rades oder auch beiderseits vorgesehen.

Je schneller das Rad sich dreht, um so kräftiger wird die Luft aus ihm herausgeschleudert und um so größer ist die Saugkraft. Die Wirkungsweise bleibt dieselbe, gleichgültig, ob das Rad rechts oder links herumläuft, wenn auch selbstverständlich die Bauart so berechnet ist, daß bei einer bestimmten Drehrichtung der günstigste Erfolg sich ergibt.

123. — Bauart im einzelnen. Der Luftstrom im Rade selbst. Die Bauart der Räder ist darauf berechnet, daß die Luft möglichst stoß- und reibungsfrei und unter geringem Arbeitsaufwande durch das Rad geführt wird. Dem stehen allerdings Schwierigkeiten mannigfacher Art entgegen. Die aus der Radmitte kommende Luft erhält nach dem Außenrande des Rades hin eine zunehmende Umfangsgeschwindigkeit, und der Luftstrom drängt sich vor der treibenden Schaufel in der in Abb. 463 dargestellten Weise zusammen. Da sich nun gleichzeitig der Raum zwischen je zwei Schaufeln verbreitert, so daß der Luftstrom nicht mehr den ganzen ihm zur Verfügung stehenden Querschnitt gleichmäßig ausfüllen kann, ist die Folge, daß am Radumfange Wirbel entstehen und daß sogar, wie in der Abb. 463 angedeutet, ein Rückfluß der Luft aus der äußeren Atmosphäre in das Rad stattfinden kann. Derartige Wirbelbildungen sind schädlich, weil sie die Wirkung beeinträchtigen und einen dauernden Arbeitsverlust bedeuten.

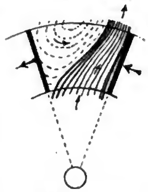


Abb. 463. Zusammendrängung der Luft vor der treibenden Schaufel.

Um sie zu vermeiden, verschmälert man bei manchen Ausführungen das Rad nach dem Umfange zu (s. die Abbildungen 466, 467 und 471). Der Luftstrom kann dann gleichmäßiger den Raum zwischen den Schaufeln ausfüllen. Den gleichen Zweck erreicht man, wenn man am Umfange Keilstücke (Abb. 472) schafft, die den überflüssigen, leicht zu Wirbelbildungen Anlaß gebenden Raum unschädlich machen und hier den Durchgangsquerschnitt verkleinern.

124. — Anordnung und Gestalt der Schaufeln. Eine von den verschiedenen Herstellern sehr verschieden gelöste Frage betrifft die Anordnung und Gestaltung der Schaufeln. Die Schaufeln können am Umfange radial auslaufen, oder sie können in der Drehrichtung nach vorn oder nach rückwärts gelehnt sein. In allen Fällen können die Schaufeln gerade oder gekrümmte Flächen besitzen.

Die Stellung der Schaufeln ist von Einfluß auf die Austrittsgeschwindigkeit der Luft. Jedes am Umfange des Rades austretende Luftteilchen würde in genau tangentialer Richtung mit der Umfangsgeschwindigkeit des Rades fortgeschleudert werden, wenn es sich innerhalb des Rades in Ruhe befände und keine Eigenbewegung hätte. Nun ist aber das Luftteilchen bereits in Bewegung, weil es vom Innern des Rades nach dem Umfange strömt und hier mit einer gewissen, in der Schaufelrichtung verlaufenden Geschwindigkeit

Digitized by Google

ankommt. Diese Stromrichtung und Geschwindigkeit wirken auf das **Luft**teilchen noch ein, nachdem es das Rad bereits verlassen hat. Es sind also zwei Kräfte, die die Austrittsrichtung und Austrittsgeschwindigkeit des einzelnen Luftteilchens beeinflussen: die tangential mit der Umfangsgeschwindigkeit wirkende Fliehkraft und die Kraft der in der Schaufelrichtung wirkenden Stromgeschwindigkeit der Luft innerhalb des Rades. Man kann die beiden Kräfte zeichnerisch darstellen, um mittels des Parallelogramms die Resultante oder die tatsächliche Richtung und Geschwindigkeit des fortgeschleuderten Luftteilchens zu finden.

In der Abb. 464 ist für die Umfangsgeschwindigkeit u und für die Stromgeschwindigkeit v innerhalb des Rades die Resultierende c der austretenden Luft bei radial auslaufenden Schaufeln, sodann die Resultierende c_1 bei vorwärts und c_2 bei rückwärts gelehnten Schaufeln dargestellt. Wie man sieht, wird bei vorwärts geneigten Flügeln die Luft mit der größten Geschwindigkeit nach vorn ausgeworfen, bei radial gestellten Schaufeln finden wir eine mittlere Geschwindigkeit und mittlere Austrittsrichtung, während bei rückwärts gelehnten Flügeln die Luft mit geringerer Geschwindigkeit und mehr in radialer Richtung austritt ($c_1 > c > c_2$).

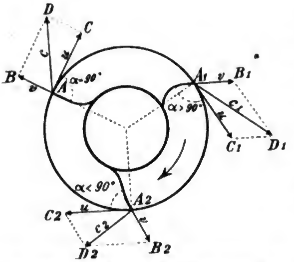


Abb. 464. Geschwindigkeit und Richtung der ausströmenden Luft bei verschiedener Schaufelstellung.

Da die erzeugte Depression eine Folge der Austrittsgeschwindigkeit ist, erscheinen vorwärts geneigte Flügel für solche Fälle geeigneter, wo es auf Erzielung hoher Depressionen ankommt. Anderseits findet bei vorwärts geneigten Flügeln ein stärkerer Druck der Luft auf die Schaufeln und demzufolge eine größere Reibung statt. Ferner ist die volle Wiedergewinnung der in der herausgeschleuderten Luft steckenden lebendigen Kraft um so schwieriger, je größer die Austrittsgeschwindigkeit ist.

Es läßt sich deshalb nicht sagen, daß eine bestimmte Schaufelstellung vor der anderen den Vorzug verdient. Tatsächlich bewähren sich alle drei Arten von Schaufelstellungen seit Jahren gut. Auch die Frage der günstigsten Schaufelform — gerade oder gekrümmt — ist nicht in bestimmtem Sinne entschieden. Da es auf das richtige Zusammenwirken der verschiedenen baulichen Eigentümlichkeiten des Ventilators zum Zwecke der möglichst stoß- und reibungsfreien Hindurchbewegung der Luft ankommt, mag eine bestimmte Schaufelform und -stellung für die gewählte Bauart und Ausführung am günstigsten sein, ohne daß aber damit ihre Überlegenheit auch bei anderen Ventilatorarten erwiesen wäre.

125. — **Einlauf.** Der Einlauf soll möglichst wirbel- und stoßfrei die erforderliche Ablenkung der Luft um 90° bewirken. Diesem Zweck dienen der sog. Einlaufkegel auf der Ventilatorwand (s. z. B. Abb. 466) sowie die kegelförmig aufgewölbten Ventilatorwände (s. Abbildungen 467—471).

Digitized by Google

die bei manchen neueren Ventilatoren angewandt werden. Auch die schraubenförmig gestalteten Schöpfschaufeln, die den eigentlichen Radschaufeln vorgeschaltet sind, sollen in gleicher Weise wirken (s. Abbildungen 468—472).

Die Ventilatoren können, wie schon oben angedeutet worden ist, einseitig oder zweiseitig saugend eingerichtet werden. Die zweiseitig saugenden Räder pflegen eine Mittelwand zu besitzen. Bei nur einseitiger Einströmung sucht der Luftdruck das Ventilatorrad dem Luftstrome entgegen, also in der Richtung zum Saugkanal, zu verschieben. Die in Frage kommenden Drücke sind nicht unbeträchtlich. Da jedem Millimeter Depression ein Druck von 1 kg je Quadratmeter entspricht, würde ein Ventilator von 4 m Durchmesser (12,6 qm Kreisfläche) bei 200 mm Depression einen einseitigen Druck von rund 2520 kg auszuhalten haben. Es ist also eine besonders sichere Verlagerung der Achse nötig, damit keine Verschiebung des Rades eintritt.

Diese Schwierigkeiten fallen bei einem zweiseitig saugenden Ventilator fort, da der Druck auf beiden Seiten des Rades gleich ist. Ferner kann die Einlauföffnung, da sie ja doppelt vorhanden ist, einen kleineren Durchmesser als bei einem einseitig saugenden Ventilator haben und der Raddurchmesser bei gleicher Schaufellänge kleiner sein.

Nachteilig ist anderseits bei zweiseitig saugenden Ventilatoren die schwierige Verlagerung der langen Achse (vgl. Abb. 467 und 472) sowie die umständliche Anordnung der Zuführungskanäle, so daß man aus diesem Grunde vielfach den einseitig saugenden Ventilator vorzieht.

126. — Auslauf. Von besonderer Wichtigkeit ist bei jedem Ventilator der Auslauf der Luft. Die ersten Zentrifugalventilatoren waren an ihrem Umfange nicht ummantelt, sondern bliesen aus dem Rade unmittelbar in die Atmosphäre aus. Hierdurch bildete sich um das sich drehende Rad ein Kranz von Wirbeln, so daß der zwischen je zwei Schaufeln austretende Luftstrom fortwährend gestört und unterbrochen wurde und eine gleichgerichtete, andauernde Bewegung der austretenden Luft nicht zustande kommen konnte. Außerdem aber steckt in der mit großer Geschwindigkeit aus dem Rade geschleuderten Luft eine erhebliche lebendige Arbeit, wie das folgende Beispiel zeigt.

Da die Formel für die lebendige Arbeit

$$\frac{m \cdot v^2}{2}$$

oder

$$\frac{V \cdot d \cdot v^2}{2g}$$

ist, erhalten wir im vorliegenden Falle, wenn wir $V=80$, $d=1{,}2$, $v=30$ und $g=9{,}8$ setzen, als Größe der der lebendigen Arbeit entsprechenden Leistung:

$$\frac{80 \cdot 1{,}2 \cdot 900}{19{,}6 \cdot 75} \sim 58 \text{ PS}$$

Hiervon wird in nicht ummantelten Ventilatoren nur ein verschwindend geringer Teil nutzbar gemacht, so daß derartige Schleuderräder einen sehr schlechten Wirkungsgrad haben mußten.

Digitized by Google

Wenn dagegen die einzelnen Luftströme ohne Wirbelbildung zu einem einheitlichen Gesamtstrome gesammelt werden, der mit allmählich verminderter Geschwindigkeit in die Atmosphäre austritt, so wirkt ein solcher, in gleichmäßiger Bewegung befindlicher Strom saugend auf den Ventilator und befördert dessen Arbeit. Die lebendige Arbeit des Stromes wird um so vollkommener wiedergewonnen, je allmählicher und stoßfreier sich der Übertritt in die Atmosphäre vollzieht. Ein allmählich sich erweiternder Querschnitt des Auslaufs ist also erwünscht.

Es war der belgische Ingenieur Guibal, der dies zuerst erkannte. Er ummantelte das Rad *b* (Abb. 465) so, daß es mit nur geringem Spielraum in dem Mantel *a* lief. Letzterer erhielt eine einzige Öffnung, an die sich ein Ausblasehals anschloß. Die Öffnung konnte mittels eines Schiebers *c* groß oder klein gestellt werden, um bei großer Grubenweite viel, bei kleiner wenig Luft nachströmen lassen zu können.

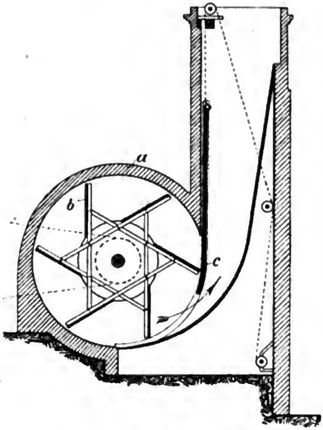


Abb. 465. Alter Guibal-Ventilator.

Ein Nachteil war, daß immer nur ein Flügel seine Luft abgab, so daß der übrige Teil des Rades nicht ausgenutzt wurde und gleichsam tot mitlief. Daher hat man bei den späteren Ausführungen den Mantel nicht mehr dicht an das Rad angeschlossen, sondern zwischen ihm und dem Rade eine Spirale frei gelassen, die schließlich in den Ausblasehals übergeht. Das hat den Vorteil, daß ein im engen Teil der Spirale zwar beschränkter, aber doch ununterbrochener Austritt der Luft auf dem ganzen Radumfange stattfindet.

Der gesamte Auslaufraum wird auch Diffusor (Raum zur Ausströmung und Ausbreitung der Luft) genannt.

127. — Einzelbesprechung. Geisler-Ventilator. Im folgenden sollen die bekannteren Ventilatorarten nach ihren besonderen Eigentümlichkeiten kurz besprochen werden.

Der Geisler-Ventilator (Abb. 466) ist einseitig saugend gebaut und besitzt schwach gekrümmte, nach rückwärts gelehnte, am Radumfange aber radial auslaufende Flügel. Das Rad verschmälert sich nach dem Umfange hin. In der Saugöffnung ist der Einlaufkegel *d* angebracht. Der Querschnitt der Auslaufspirale *a* verbreitert sich flaschenförmig nach dem Umfange hin.

128. — Hohenzollern-Ventilator. Abb. 467 zeigt eine zweiseitig saugende Ausführungsform des Ventilators der A.-G. Hohenzollern zu

Digitized by Google

Düsseldorf-Grafenberg. Die Schaufeln sind rückwärts gelehnt, aber nach vorn ein wenig gekrümmt und besitzen auch in der Drehrichtung des Rades eine schwache Krümmung, um als Schöpfschaufeln zu dienen. Am

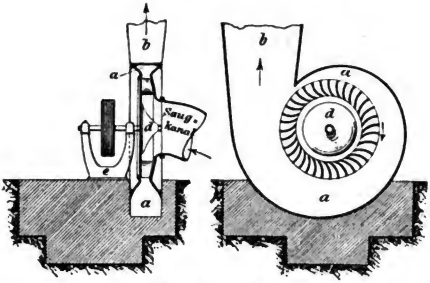


Abb. 466. Geisler-Ventilator.

Umfange laufen sie radial aus. Sie sind mittels Winkeleisen an die mittlere Blechscheibe angenietet, während die frei stehenden Enden durch Bänder gehalten werden. Ein doppelter Einlaufkegel ist auf die Achse

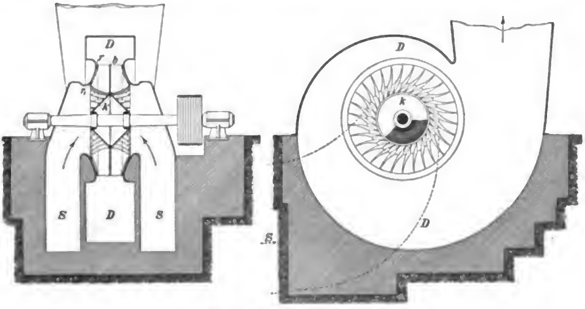


Abb. 467. Hohenzollern-Ventilator.

gesetzt. Der Auswurfschlot wird aus Blechen oder eisenbewehrtem Beton hergestellt.

129. — Pelzer-Ventilator. Der Pelzer-Ventilator, gebaut von der Maschinenfabrik Fr. Pelzer zu Dortmund, war ursprünglich als Schraubenrad gedacht. Bei der späteren Entwickelung hat man die Schraubenflügel beibehalten, jedoch nur als Schöpfschaufeln für die daran sich schließenden,

Digitized by Google

radial gestellten, geradlinigen Radflügel (Abbildungen 468 u. 469). In der Abb. 469 sind die Schöpfschaufeln mit *A*, die Radschaufeln mit *B* bezeichnet. Die Ringe *K* und *C* geben den Schöpfschaufeln Halt und stellen die Verbindung mit den Radschaufeln her. Der Ventilator saugt

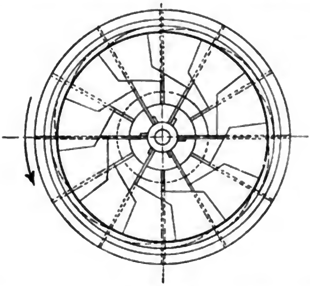


Abb. 468.

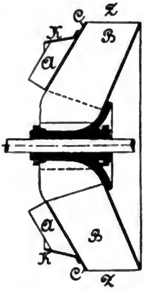


Abb. 469.

Das Pelzer-Rad in Ansicht und Schnitt.

einseitig. Die Rückwand des Rades ist kegelförmig gestaltet und ersetzt so einen besonderen Einlaufkegel.

Abb. 470 zeigt die Ventilator-Anordnung. Durch Einbau des festen Ringes *e* ist ein Zwischendiffusor *d* von der Breite des Radauslaufs geschaffen, aus dem die Luft in den allmählich sich verbreiternden Haupt-

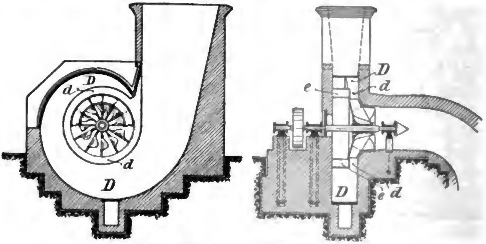


Abb. 470. Pelzer-Ventilator.

diffusor *D* übertritt. Daran schließt sich in der bekannten Weise der gemauerte Luftschlot.

130. — **Rateau-Ventilator.** Der Rateau-Ventilator (Abb. 471), gebaut von Schüchtermann & Kremer zu Dortmund, saugt einseitig und besitzt einen stark aufgewölbten, auf der Achse sitzenden Radboden. Die Schaufeln *c* sind doppelt gebogen: sie sind nämlich einerseits in der Drehrichtung des Rades nach vorn gekrümmt und anderseits im Einlauf

Digitized by Google

ebenfalls nach vorn gebogen, um als Schöpfschaufeln zu dienen. Nach dem Radumfange hin tritt eine Verschmälerung der Schaufeln ein. Die ganze, schwierig herzustellende Bauart bezweckt eine stoß- und wirbelfreie Bewegung der Luft durch das Rad. An dieses schließt sich der schmale Ring-

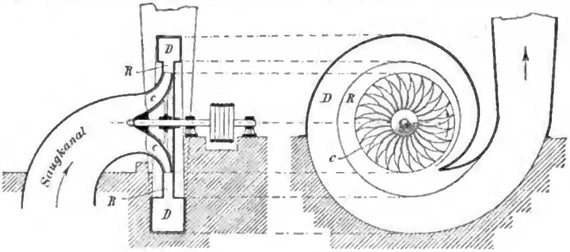


Abb. 471. Rateau-Ventilator.

diffusor *R* und der äußere Diffusor *D*. Die Ventilatoren liefern hohe Depressionen.

131. — Der Capell-Ventilator (gebaut von R. W. Dinnendahl zu Kunstwerkerhütte bei Steele a. d. Ruhr) saugt von beiden Seiten an.

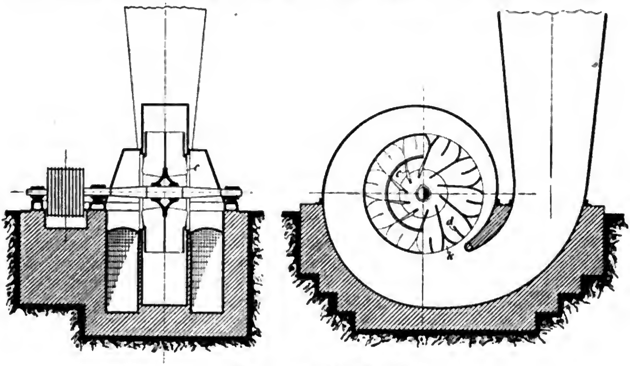


Abb. 472. Neuer Capell-Ventilator.

Schmale Schöpfschaufeln *c* (Abb. 472) führen die Luft in das Rad. Dieses ist überall gleich breit und durch eine mittlere Scheibe in zwei Hälften geteilt. Der doppelte Einlaufkegel ist nur klein und wenig ausgebildet. Form und Anordnung der Schaufeln sind mehrfach geändert worden. Früher besaßen die Schaufeln eine eigentümlich abgesetzte Form, so daß zwei,

Digitized by Google

durch konzentrisch verlaufende Stücke verbundene Schaufelkränze vorhanden waren.

Abb. 472 zeigt die jetzige Ausführungsform. Bemerkenswert ist die Bildung toter Keilstücke *k* am Radumfange, die die Austrittsöffnung der Luft aus dem Rade verkleinern, und die Anbringung der kleinen Zwischenschaufeln *d*. Die Auslaufspirale ist im Querschnitt einfach rechteckig.

Während beim Rateau-Ventilator das Hauptgewicht auf zwangläufige, stoßfreie Führung der Luft im Rade gelegt ist, geht die Absicht beim Capell-Ventilator mehr dahin, der Luft den Weg durch das Rad durch große und weite Querschnitte zu erleichtern, um beträchtliche Luftmengen bewältigen zu können.

β) Die gesetzmäßigen Beziehungen in der Wirkungsweise der Schleuderräder.

132. — Mechanischer Wirkungsgrad. Wir hatten (S. 516) den für die Bewetterung einer Grube erforderlichen Kraftbedarf (oder die Luftleistung des Ventilators) ausgedrückt durch die Formel:

$$N = \frac{V \cdot h}{75}.$$

Es ist natürlich, daß die gesamte, der Antriebsmaschine zuzuführende Leistung N_i größer sein muß.

Das Verhältnis der tatsächlichen Nutzleistung zu der der Antriebsmaschine zugeführten Leistung, also $\frac{N}{N_i}$, nennen wir den mechanischen Wirkungsgrad.

Beispiel: Der Ventilator leistet 80 cbm/sec bei 100 mm Depression. Seine Nutzleistung ist also $N = \frac{80 \cdot 100}{75} = 106{,}67$ PS. Die Antriebsdampfmaschine weist eine indizierte Leistung von 150 PS auf. Der mechanische Wirkungsgrad ist also $\frac{106{,}67 \cdot 100}{150} = 71{,}1\,\%$.

Mechanische Wirkungsgrade von 70—80 % sind als gut zu bezeichnen.

133. — Zeichnerische Darstellung des mechanischen Wirkungsgrades. Die Kenntnis des mechanischen Wirkungsgrades eines Ventilators bei einer beliebigen, von Zufälligkeiten abhängenden Grubenweite reicht aber zur Beurteilung der Güte des Ventilators nicht aus. Denn der mechanische Wirkungsgrad ist keine bei allen Grubenweiten sich gleichbleibende Größe.

Die Beziehungen zwischen mechanischem Wirkungsgrade und Grubenweite lassen sich in einer Kurve zur Darstellung bringen. Der ungefähre Verlauf einer solchen Kurve wird aus folgenden Erwägungen klar:

Ist die Grubenweite gleich Null, wie dies bei geschlossenem Saugkanal der Fall ist, so wird der Ventilator zwar eine gewisse Depression erzeugen, die geförderte Luftmenge aber wird gleich Null sein. Deshalb wird auch die Nutzleistung des Ventilators und ebenso sein mechanischer Wirkungsgrad gleich Null sein. Die ganze, auf den Gang des Ventilators verwandte Arbeit,

Digitized by Google

die in diesem Falle nur klein ist, geht durch Reibung in den Lagern und Bildung von Luftwirbeln verloren. Wächst die Grubenweite durch allmähliche Öffnung des Saugkanals, so beginnt der Ventilator Luft zu fördern und erzeugt eine gewisse Nutzleistung. Der mechanische Wirkungsgrad wird offenbar rasch steigen und wird bei der günstigsten Grubenweite seinen Höchstgrad erreichen. Bei noch größeren Grubenweiten wird er aber wieder sinken müssen. Denn eine Betrachtung des Endfalls — Saugen des Ventilators aus freier Atmosphäre, was eine unendlich große Grubenweite bedeutet — zeigt, daß der Ventilator wieder keine Nutzarbeit mehr leistet. Er fördert zwar viel Luft, erzeugt aber keine Depression mehr. Da diese gleich Null wird, ist auch die Nutzleistung und der mechanische Wirkungsgrad gleich Null. Die Kurve des mechanischen Wirkungsgrades muß also bei größer werdender Grubenweite wieder abfallen und sich allmählich der Nullinie nähern.

In der Abb. 473 sind die Kurven der mechanischen Wirkungsgrade von drei verschiedenen Ventilatoren gezeichnet. Bei der Kurve *I* liegt der günstigste mechanische Wirkungsgrad (64%) bei 1 qm Grubenweite, und man sieht, daß, wenn man die Grubenweite auf 3 qm vergrößert, für diesen Ventilator der Wirkungsgrad bereits auf 40% sinkt. Wenn der Ventilator für 1 qm Grubenweite gebaut ist, würde er bei 3 qm gleichwertiger Öffnung ein zu ungünstiges Bild ergeben.

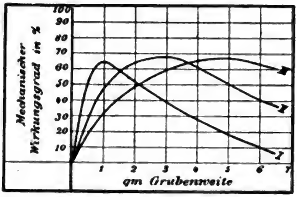


Abb. 473. Kurven des mechanischen Wirkungsgrades.

Die Kurven *II* und *III* betreffen Ventilatoren, bei denen der günstigste mechanische Wirkungsgrad bei etwa 3 bzw. 5 qm gleichwertiger Öffnung liegt. Kurve *I* wird von einem kleinen, Kurve *II* von einem mittleren und Kurve *III* von einem großen Ventilator erhalten werden können.

134. — Durchgangsöffnung. Der Grund dafür, daß ein großer Ventilator für große Grubenweiten und ein kleiner für enge Gruben geeignet ist, liegt in der Verschiedenheit der sog. „Durchgangsöffnung".

Zur Überwindung des Reibungswiderstandes der Luft im Ventilator selbst muß ein gewisser Druckunterschied aufgewandt werden. Das dazu nötige Gefälle kann nur vom Ventilator erzeugt werden, so daß ein Teil der Arbeit des Ventilators für die Bewegung der Luft in ihm selbst aufgebraucht wird. Der Ventilator erzeugt mithin eine höhere Depression oder Saugwirkung, als wir sie im Saugkanal feststellen.

Wir können den Durchgang der Luft durch den Ventilator ebenfalls mit dem Durchgange durch eine Öffnung in einer dünnen Wand vergleichen, durch eine Öffnung also, die bei gleichem Druckunterschiede auf beiden Seiten dieselbe Luftmenge wie der Ventilator durchziehen läßt. Eine solche Öffnung nennen wir seine Durchgangsöffnung.

Da der Durchgangswiderstand im Quadrat der Geschwindigkeit wächst, diese aber mit der Größe der Durchgangsöffnung in gleichem Maße abnimmt, so gelten folgende Verhältniszahlen für eine Grubenweite von 1 qm:

Digitized by Google

Durchgangsöffnung	2	3	4	qm
Durchgangswiderstand	$^1/_4$	$^1/_9$	$^1/_{16}$	des Grubenwiderstandes
Der Gesamtwiderstand verteilt sich auf den Grubenwiderstand mit	80%	90%	∼ 94%	
Der Gesamtwiderstand verteilt sich auf den Ventilatorwiderstand mit	20%	10%	∼ 6%	

Eine Vorstellung von diesem Verhältnis gibt Abb. 474, in der die Öffnungen $o:A$ sich wie 2,65:1, also die Widerstände wie 1:7 verhalten, so daß von der Gesamtdepression von 120 mm die Grube 105, der Ventilator 15 mm beansprucht.

Tatsächlich pflegt die Durchgangsöffnung etwa dreimal so groß wie die Grubenweite zu sein. Noch größere Ventilatoren zu bauen, ist unwirtschaftlich, weil diese dann verhältnismäßig zu teuer und schwer werden.

Bei Vorhandensein eines natürlichen Wetterzuges ist es leicht, die Durchgangsöffnung o des Ventilators zu bestimmen. Man setzt den Ventilator still und mißt die sich alsdann einstellende Pressung h im Wetterkanal und die durch den Ventilator abziehende Wettermenge V. Im übrigen benutzt man die Formel für die Grubenweite und erhält so für die Durchgangsöffnung folgenden Wert:

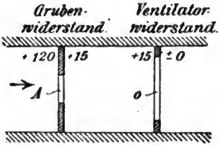


Abb. 474. Veranschaulichung der Wirkung von Grubenweite und Durchgangsöffnung.

$$o = 0{,}38 \cdot \frac{V}{\sqrt{h}}$$

Die Ventilatorfabriken pflegen ihre Ventilatoren so zu bauen, daß die Luftgeschwindigkeit an der engsten Stelle des Rades (d. i. in der Saugöffnung) bei der verlangten Wettermenge ein gewisses Maß von etwa 15—20 m nicht überschreitet. Alsdann besitzt der Ventilator erfahrungsgemäß eine angemessene Durchgangsöffnung.

135. — Theoretische Depression und manometrischer Wirkungsgrad. Die theoretisch von einem Ventilator erzeugte Depression (h_t) ergibt sich nach der aus der Mechanik bekannten Formel:

$$h_t = \frac{u^2 \cdot d}{g},$$

worin u die Umfangsgeschwindigkeit des Ventilators, d das Gewicht von 1 cbm ausströmender Grubenluft in kg und g die Fallbeschleunigung ist. Wenn man $d = 1{,}2$ annimmt und $g = 9{,}8$ setzt, so ist:

$$h_t = 0{,}122\, u^2$$

Die Formel gilt, streng genommen, nur für radiale Stellung der Schaufeln. Bei Vorwärtslehnung der Flügel ist die theoretische Depression größer und bei Rückwärtslehnung kleiner. Doch pflegt man in der Praxis von der genaueren Rechnung keinen Gebrauch zu machen.

Die Depression hängt also nicht etwa von dem Durchmesser des Ventilators, sondern lediglich von der Umfangsgeschwindigkeit ab. Bei Steigerung der Umfangsgeschwindigkeit wächst die Depression sehr schnell, da h_t nach der Formel proportional dem Quadrate von u zunimmt.

Digitized by Google

Ihre Grenze finden die Umfangsgeschwindigkeit und damit die Depression in der Festigkeit des für den Ventilator gebrauchten Baustoffs. Im allgemeinen sind bei Ventilatoren Umfangsgeschwindigkeiten von 30 bis 40 m/sec gebräuchlich; neuerdings geht man auch bis 50, ja sogar bis 60 m/sec. Die theoretischen Depressionen sind hierbei:

110	mm	bei	30	m	Umfangsgeschwindigkeit
195	„	„	40	„	„
305	„	„	50	„	„
439	„	„	60	„	„

Die tatsächliche Depression, die ein Ventilator liefert, ist stets kleiner als die theoretische, weil die Luft als Körper sich nicht reibungsfrei bewegt und weil insbesondere am Umfange des Rades Wirbelbildungen unvermeidlich sind. Das Verhältnis der tatsächlichen Depression zur theoretischen nennen wir den manometrischen Wirkungsgrad. Man pflegt dieses Verhältnis ebenso wie den mechanischen Wirkungsgrad in Prozenten auszudrücken.

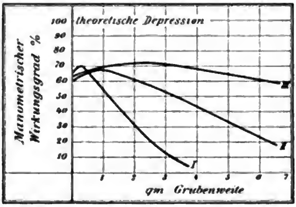


Abb. 475 Kurven des manometrischen Wirkungsgrades.

136. — Zeichnerische Darstellung des manometrischen Wirkungsgrades. Die tatsächlich erreichbare Depression und damit der manometrische Wirkungsgrad hängen nicht allein von der Güte des Ventilators, sondern auch von der Grubenweite ab. Denn da der Ventilator nicht unbegrenzt viel Luft hindurchläßt, müssen tatsächliche Depression und manometrischer Wirkungsgrad mit wachsender Grubenweite geringer werden. Saugt der Ventilator aus freier Atmosphäre, so erzeugt er überhaupt keine Depression mehr, und der manometrische Wirkungsgrad ist gleich Null. Je mehr man dagegen den Saugkanal verschließt, um so mehr wird der manometrische Wirkungsgrad steigen. Merkwürdigerweise ist aber der manometrische Wirkungsgrad nicht bei völlig geschlossenem Saugkanal, sondern dann am größten, wenn bei einer geringen Öffnung des Schiebers ein wenig Luft durch den Ventilator gehen kann. Es liegt dies anscheinend daran, daß die Wirbelbildungen am Umfange des Rades größer sind, wenn gar keine, als wenn etwas Luft durch den Ventilator zieht. Abb. 475 veranschaulicht die Kurven der manometrischen Wirkungsgrade dreier verschiedener Ventilatoren. Kurve *I* zeigt den günstigsten manometrischen Wirkungsgrad von 70% schon bei etwa ¼ qm Grubenweite, um sodann sehr schnell abzufallen. Es handelt sich um einen kleinen Ventilator. Kurve *II* besitzt ihren Scheitelpunkt (etwa 68%) bei 1 qm Grubenweite, während der manometrische Wirkungsgrad des Ventilators bei 3 qm immerhin noch 53% beträgt. Bei größeren Ventilatoren (Kurve *III*) wird beispielsweise das günstigste Ergebnis bei 2,5 qm erreicht, und der Wirkungsgrad beträgt auch bei 5 qm Grubenweite noch 65%.

Digitized by Google

Somit läßt sich sagen, daß der für nur **eine** Grubenweite festgestellte manometrische Wirkungsgrad ebenso, wie es beim mechanischen Wirkungsgrade war, noch kein Prüfstein für die Güte des Ventilators ist. Nur die Festlegung eines größeren Teiles der Kurve, also die Berücksichtigung mehrerer Grubenweiten gibt ein Bild von der Leistungsfähigkeit des Ventilators in dieser Beziehung.

Die bei den jetzigen Ventilatoren erzielten manometrischen Wirkungsgrade steigen bis etwa 75 %.

137. — Kraftbedarf und Grubenweite. Nach dem, was über das Sinken des mechanischen und des manometrischen Wirkungsgrades bei einer über ein bestimmtes Maß hinaus zunehmenden Grubenweite gesagt ist, könnte es scheinen, daß unter Umständen die Vergrößerung der Grubenweite ungünstig auf die Bewetterungsverhältnisse der Grube wirkt. Man wolle sich aber der auf S. 515 u. f. (Ziffer 109 u. 110) gegebenen Darlegungen erinnern, wonach jede Vergrößerung der Grubenweite bei gleichbleibender Wettermenge ein schnelles Sinken des Kraftbedarfs der Bewetterung im Gefolge hat. Vergrößern wir z. B. die Grubenweite auf das Doppelte, ohne die Wettermenge zu steigern, so wird der Kraftbedarf auf nur ¼ des ursprünglichen sinken. Gegenüber der so ersparten Kraft ist es ohne Bedeutung, ob der Ventilator für die noch verbleibende, geringe Leistung einen ungünstigeren Wirkungsgrad besitzt.

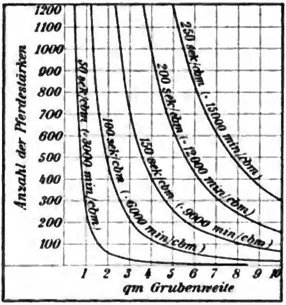


Abb. 476. Kurven des Kraftbedarfs bei verschiedenen Grubenweiten und Wettermengen.

Wie groß die tatsächlichen Verminderungen des Kraftbedarfs infolge Vergrößerung der Grubenweite bei verschieden großen Wettermengen sind, lehrt Abb. 476. Gerade die Vergrößerungen der zwischen 2 und 4 qm liegenden Grubenweiten bringen bei minutlichen Wettermengen von 6000 und mehr Kubikmetern sehr namhafte Kraftersparnisse. Eine Erweiterung der Grube von 2 auf 3 qm setzt z. B. bei 6000 cbm minutlicher Wettermenge den Kraftbedarf von etwa 470 auf 210 PS herab, und eine Erweiterung von 3 auf 4 qm bei 9000 cbm minutlicher Wettermenge bedeutet sogar eine Herabdrückung von rd. 700 auf 400 PS. Nur wenn die Wettermengen im Verhältnis zur Grubenweite klein sind, erscheint eine weitere Vergrößerung der Grubenweite überflüssig[1]).

138. — Wettermenge und Grubenweite. Auch wird der durch jede Vergrößerung der Grubenweite erzielte Nutzen klar, wenn man sich die Be-

---

[1]) Glückauf 1910, Nr. 13, S. 465 u. f.; Kegel: Die relative und normale Grubenweite; — ferner ebenda 1911, Nr. 18, S. 696 u. f.; Kegel: Die zweckmäßige Durchgangsöffnung des Ventilators.

Digitized by Google

ziehungen, die zwischen der Grubenweite und der vom Ventilator bei einer gleichbleibenden Umdrehungszahl gelieferten Wettermenge bestehen, veranschaulicht (Abb. 477). Die Kurve (in der Abbildung sind deren drei gezeichnet) für die gelieferten Wettermengen beginnt beim Nullpunkte. Denn bei völlig abgesperrter Grube muß die geförderte Wettermenge gleich Null sein. Öffnet man allmählich den Schieber, so wird sich die Kurve zuerst rasch erheben. Bald muß freilich die Steigung der Linie geringer werden, weil der Widerstand des Ventilators selbst gegenüber dem Luftstrome hemmend wirkt. Schließlich wird die Kurve in eine Wagerechte auslaufen, deren Abstand von der Abszissenachse durch die Größe der Durchgangsöffnung gegeben ist. Es ist dies dasjenige Wettervolumen, das der Ventilator liefert, wenn er die Luft aus der freien Atmosphäre ansaugt.

Wir sehen also, daß der Vergrößerung der Grubenweite bei gleichbleibender Umdrehungszahl des Ventilators eine Erhöhung der gelieferten Wettermenge so lange entspricht, als der Ventilator noch eine Depression im Saugkanale zu erzeugen imstande ist. Die Bewetterung einer Grube wird somit auch bei bereits sinkendem mechanischen Wirkungsgrade von der Vergrößerung der Grubenweite Nutzen haben.

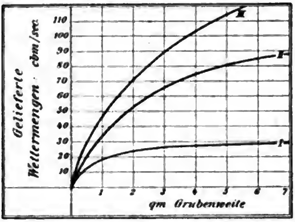


Abb. 4 7. Kurven der gelieferten Wettermengen bei gleichbleibender Umdrehungszahl des Ventilators und verschiedenen Grubenweiten.

Die Kurve *I* in Abb. 477 entspricht einem kleinen, Kurve *II* einem mittleren und Kurve *III* einem großen Ventilator. Je kleiner der Ventilator ist, um so früher nähert sich die Kurve ihrem wagerechten Teile, um so weniger lohnt sich also eine Erweiterung der Querschnitte.

139. — Wettermenge und Ventilator. Die Kurve des manometrischen Wirkungsgrades (Abb. 475) gibt uns für einen bestimmten Ventilator die bei den verschiedenen Grubenweiten erzeugte Depression, also seine verdünnende Kraft an, während die Kurve der Wettermengen (Abb. 477) die die Luft fortbewegende Kraft zur Darstellung bringt. Beide Kurven zusammen geben über die Leistungsfähigkeit des Ventilators Aufschluß.

Ein Ventilator mit kleiner Durchgangsöffnung und geringer fortbewegender Kraft kann bei entsprechend kleinen Grubenweiten sehr hohe Depressionen oder Kompressionen erzeugen. Bei größeren Grubenweiten versagt aber seine fortbewegende Kraft, so daß er in diesem Falle an gelieferter Wettermenge weit hinter anderen Ventilatoren mit größerer Durchgangsöffnung zurückstehen kann.

Da die vom Ventilator erzeugte Depression proportional sowohl dem Quadrate der Umfangsgeschwindigkeit ($h = 0{,}12 u^2$) als auch dem Quadrate der Wettergeschwindigkeit oder der Wettermenge ($h = k \cdot v^2$ und $h = k_1 \cdot V^2$) ist, so steigt und fällt die Wettermenge in gleichem Verhältnis mit der Umfangsgeschwindigkeit oder der Umdrehungszahl.

Digitized by Google

In Wirklichkeit kommt man freilich insofern bald an eine Grenze, als mit der Steigerung der Umlaufzahl der Widerstand mit dem Quadrate und der Kraftbedarf mit dem Kubus wächst.

γ) Das Zusammenarbeiten zweier Schleuderräder.

140. — Nebeneinanderschaltung zweier Ventilatoren. Man kann zwei Ventilatoren nebeneinander — in Parallelschaltung — arbeiten lassen, wobei also beide aus einem und demselben ausziehenden Schachte saugen. Die sich ergebenden Verhältnisse mögen aus der folgenden Überlegung klar werden.

Es sei zunächst angenommen, der Ventilator v_1 (Abb. 478) arbeite allein und der völlig gleiche Ventilator v_2 stehe still, ohne daß der zugehörige Kanal k_2 abgesperrt sei. Dann wird infolge der von v_1 erzeugten Depression Luft nicht nur aus dem Schachte, sondern auch durch v_2 über k_2 nach v_1 ziehen. Dieses Verhältnis wird sogar noch bestehen bleiben, wenn Ventilator v_2 bereits langsam zu arbeiten begonnen hat. Erst wenn Ventilator v_2 so schnell läuft, daß die von ihm erzeugte Depression der im Saugkanal k_1 tatsächlich herrschenden Depression gleichkommt, wird die Rückwärtsströmung der Luft aufhören. Auch der Ventilator v_2 beginnt also jetzt Luft auszuwerfen. Wenn nun v_2 noch schneller läuft, so daß schließlich seine Umfangsgeschwindigkeit derjenigen von v_1 gleichkommt, liefern beide Ventilatoren die gleichen Luftmengen.

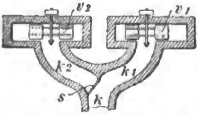


Abb. 478. Zwei Ventilatoren in Aufstellung nebeneinander.

Hierbei wird aber die gesamte aus der Grube gesaugte Wettermenge etwa dieselbe sein, als wenn ein einziger Ventilator an die Grube angeschlossen wäre und mit der fraglichen Geschwindigkeit liefe. Denn die theoretische Depression, die ja lediglich vom Quadrate der Umfangsgeschwindigkeit abhängt, wird nicht dadurch erhöht, daß zwei Ventilatoren laufen; sie bleibt vielmehr unverändert. Nur verteilt sich die Bewetterungsarbeit zur Hälfte auf die beiden Ventilatoren, von denen jeder die volle Depression und die halbe Wettermenge liefert. Allerdings ist hierbei doch ein Unterschied hinsichtlich der Wetterlieferung eingetreten. Die Durchgangsöffnung (vgl. Ziff. 134) ist infolge des Vorhandenseins zweier Ventilatoren verdoppelt. Die Überwindung des Ventilatorwiderstandes ist demgemäß erleichtert, so daß ein etwas größerer Teil der Ventilatorarbeit der Grubenbewetterung zugute kommt. Von Bedeutung wird dies besonders in dem Falle sein, daß die Durchgangsöffnung eines Ventilators allein im Verhältnis zur Grubenweite zu klein war und nicht mehr ausreichte. In solchem Falle kann die Parallelschaltung von Ventilatoren gerechtfertigt sein.

Es bleibt auch die Möglichkeit, unter Überschreitung der ursprünglichen Umdrehungszahl einem jeden der beiden Ventilatoren die gleiche Kraft zuzuführen, die vordem v_1 allein für die Bewetterung der Grube zugeführt erhalten hat. Dann würden die erzeugte Depression und die gelieferte Wettermenge tatsächlich infolge der gesteigerten Umlaufzahl wachsen. Insbesondere würden die Wettermengen im Verhältnis von $\sqrt[3]{1} : \sqrt[3]{2}$ oder

Digitized by Google

1:1,26 (s. Ziff. 110) steigen. In der Regel wird dies freilich nicht der geeignete Weg für die Verbesserung der Wetterversorgung sein.

141. — Zwei Ventilatoren auf verschiedenen Wetterschächten derselben Grube. Rückt man die beiden Ventilatoren auseinander, indem man sie auf verschiedene Wetterschächte setzt, so entsteht der häufig vorkommende Fall der Abb. 479. Steht der eine Ventilator v_2 still, ohne daß sein Saugkanal verschlossen ist, so wird der im Betrieb befindliche andere Ventilator v_1 Luft sowohl vom einziehenden Schachte *III* als auch vom Schachte *II* her ansaugen. Die gleichwertige Grubenöffnung, die sich für ihn herausstellt, ist die unter diesen Bedingungen denkbar größte. Sobald Ventilator v_2 in Gang kommt, wird der Durchzug der Wetter in die Grube behindert. Die von v_1 gelieferte Wettermenge sinkt, und die Grubenweite nimmt für v_1 ab. Bei noch schnellerem Gange beginnt auch v_2, wie in Ziff. 140 ausgeführt ist, auszuziehen, so daß jetzt Schacht *III* zum einziehenden Schacht für beide Ventilatoren wird. Für den Ventilator v_1 sind Wettermenge und Grubenweite ständig gesunken. Würde nun Ventilator v_2 noch schneller laufen, so daß die von ihm erzeugte Depression zu überwiegen anfinge, so würden schließlich die Wetter sogar durch v_1 in die Grube ziehen können.

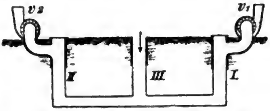


Abb. 479. Zwei Ventilatoren auf verschiedenen Wetterschächten derselben Grube.

Man sieht also, daß man in solchem Falle von einer bestimmten Grubenweite für die einzelnen Ventilatoren überhaupt nicht sprechen kann (vgl. auch S. 515).

Nach Vorstehendem muß, wenn mehrere sich gegenseitig beeinflussende Ventilatoren vorhanden sind, das Verhältnis der Umlaufzahlen dauernd überwacht werden. Läuft einer der Ventilatoren zu langsam, so stockt vielleicht die Wetterführung in dem von ihm beherrschten Teile des Grubengebäudes oder schlägt gar um. Für solche Bewetterungsanlagen ist die Verwendung von Volumenmessern (s. Ziff. 99) an Stelle von Depressionsmessern besonders empfehlenswert.

142. — Hintereinander geschaltete Ventilatoren. Bei hintereinander geschalteten Ventilatoren wird die von dem ersten Ventilator ausgeworfene Luft von dem zweiten angesaugt und sodann endgültig ausgeworfen. Durch zwei derart angeordnete Ventilatoren von gleicher Größe und Art, die beide mit gleicher Geschwindigkeit laufen, wird die Gesamtdepression verdoppelt.

Wenn man so einen zweiten Ventilator hinter den ersten schaltet, macht man die Erfahrung, daß die Antriebsmaschine jedes einzelnen Ventilators mehr Kraft verbraucht als ursprünglich die erste Antriebsmaschine allein. Infolge der doppelten Depression strömt nämlich aus der Grube mehr Luft als früher nach. Die Wettermengen verhalten sich wie die Wurzeln aus den Depressionen, hier also wie $\sqrt{1}:\sqrt{2}$ oder wie rund 1:1,4. Daraus folgt, daß jeder Ventilator die 1,4fache Arbeit derjenigen zu leisten hat, die ursprünglich der erste Ventilator verrichtete. Der Gesamtkraftbedarf ist somit das 2,8fache des anfänglichen.

Digitized by Google

Würde man nach Aufstellung des zweiten Ventilators jeden einzelnen mit derjenigen Kraft laufen lassen, die ursprünglich der erste Ventilator allein verzehrte, so würde bei dieser nunmehr doppelten Kraftentwicklung die Wettermenge wieder im Verhältnis von $\sqrt[3]{1} : \sqrt[3]{2} = 1 : 1{,}26$ zunehmen. Die anfängliche Umdrehungszahl des ersten Ventilators wird dann aber nicht innegehalten, und die Gesamtdepression ist nur das 1,59 fache der ersten, da sie mit dem Quadrate der Wettermenge steigt.

Von Harzé ist vorgeschlagen worden[1]), zwei Ventilatoren so aufzustellen, daß entweder jeder für sich allein an die Grube angeschlossen werden kann oder beide in Hintereinanderschaltung arbeiten können. Für gewöhnlich würde nur einer der beiden Ventilatoren arbeiten und der andere im Rückhalt bleiben. In Notfällen aber, wo es darauf ankommt, Depression und Wettermenge zu steigern, würde man durch Einstellen der erforderlichen Schieber und Klappen beide Ventilatoren hintereinanderschalten und gleichzeitig laufen lassen. Die Vorteile solcher Anordnung liegen offen zutage. Als Nachteil steht der verwickelte Bau der Kanäle entgegen.

Im allgemeinen hat sich weder die Parallel- noch die Hintereinanderschaltung zweier aus einem ausziehenden Schachte saugenden Ventilatoren eingebürgert, weil die erzielbaren Vorteile gegenüber den Nachteilen des doppelten Maschinenbetriebes zu gering sind. Mit der Parallelschaltung darf nicht die an sich zweckmäßige Aufstellung eines zweiten Ventilators verwechselt werden, der zur Aushilfe dienen soll.

3. Strahlgebläse.

143. — Einrichtung, Wirkung, Vor- und Nachteile. Die Strahlgebläse sind den für die Kesselspeisung gebrauchten Injektoren oder den Strahlpumpen ähnlich. Sie beruhen darauf, daß ein Flüssigkeits-, Dampf- oder Luftstrahl mit hohem Drucke aus einer Düse, die in oder vor einem weiteren Rohre angebracht ist, ausspritzt und die umgebende Luft in der Strahlrichtung mitreißt. Solche Gebläse können wie die Ventilatoren saugend oder blasend wirken, je nachdem die Luftleitung an die Saug- oder die Druckseite angeschlossen ist.

Zur Vermeidung der schädlichen Wirbelbildungen werden Leitdüsen eingebaut, durch die die Luft annähernd gleichmäßig auf dem ganzen Querschnitte eine nach vorn gerichtete Bewegung erhält (Abb. 480). In der zweckmäßigen Ausgestaltung derartiger Strahlgebläse hat die Firma Gebr. Körting zu Körtingsdorf bei Hannover Bedeutendes geleistet.

Die erzielbaren Depressionen hängen ab von dem Drucke, mit dem der Betriebstrahl austritt, und von dem Verhältnis des Düsenquerschnitts zum Querschnitte des Rohres, in dem die Luftbewegung vor sich gehen soll. Je höher der Betriebsdruck ist und je mehr der austretende Strahl das Rohr erfüllt, also je enger dieses ist, um so stärker ist die Saug- oder die Druckwirkung. Um große Wettermengen zu bewegen, soll aber wieder der Rohrquerschnitt weit sein, so daß es nicht leicht ist, beide Forderungen einer Grubenbewetterung (hohe Depression und große Wetter-

[1]) Demanet: Betrieb der Steinkohlenbergwerke; Übersetzung von Kohlmann und Grahn, (Braunschweig, Vieweg), 1905, S. 521.

Digitized by Google

mengen) zu erfüllen. Strahlgebläse werden deshalb für die Bewetterung ganzer Gruben nur selten gebraucht. Es kommt hinzu, daß der Wirkungsgrad gering ist. Auf dem Jakobschachte bei Mährisch-Ostrau hat man für ein Strahlgebläse die folgenden Zahlen ermittelt[1]):

Depression	32 mm,
Luftmenge	13 cbm/sec,
Dampfverbrauch	817 kg stündlich.

Bei diesem Dampfverbrauch würde man aber mit einer guten Dampfmaschine etwa 90—100 PS leisten können, während die tatsächliche Nutzleistung nach den vorstehenden Zahlen nur $\frac{32 \cdot 13}{75} \sim 5{,}5$ PS betrug. Der Gesamtwirkungsgrad der Anlage erscheint somit als sehr gering.

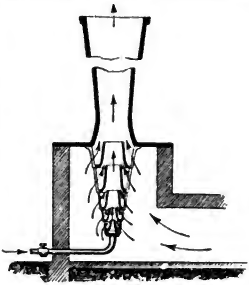


Abb. 480. Strahlgebläse.

Auf der anderen Seite hat das Strahlgebläse mannigfache Vorteile. Es sind dies: Einfachheit, Billigkeit, bequeme Aufstellung, leichte Inbetriebsetzung und Wartung, geringer Raumbedarf, Betriebsicherheit und Ausnutzung der Kühlwirkung bei Wasser und Preßluft. Diese Vorteile haben bewirkt, daß Strahlgebläse in vereinfachter Form vielfach bei der Sonderbewetterung Verwendung finden, worüber in dem diese betreffenden Abschnitte Näheres folgt.

c) Zusammenwirken der natürlichen und künstlichen Wetterführung.

144. — Ausnutzung des natürlichen Wetterzuges. Nur in seltenen Ausnahmefällen wird auf einer Grube ein natürlicher Wetterzug überhaupt nicht vorhanden sein. Die Regel ist vielmehr, daß auch bei Vorhandensein einer künstlichen Bewetterung ein natürlicher Wetterzug besteht, dessen Wirkung allerdings durch den künstlichen Wetterzug mehr oder weniger verschleiert wird, der sich aber bemerkbar macht, wenn der Ventilator zum Stillstand kommt.

Stets ist erwünscht, daß der natürliche und der künstliche Wetterstrom eine und dieselbe Richtung besitzen, damit bei Ventilatorstillständen der Wetterzug nicht umschlägt, sondern auf den alten Bahnen und in derselben Richtung weiterfließt. Auch wirtschaftlich bringt die übereinstimmende Richtung des natürlichen und künstlichen Wetterzuges Nutzen, da hierdurch die Arbeit des Ventilators erleichtert und Kraft gespart wird.

Die Ausnutzung des natürlichen Wetterzuges erfolgt in der Regel am sichersten, wenn man die sog. aufsteigende Wetterführung an-

[1]) Wabner: Die Bewetterung der Bergwerke, (Leipzig, Felix), 1902, S. 127.

Digitized by Google

wendet, bei der nach Abb. 481 die Wetter auf dem kürzesten Wege in das Grubentiefste geführt werden, um sodann vor den Bauen aufsteigend nach dem ausziehenden Schachte zu ziehen. Bei dieser Anordnung hat der einfallende Strom einen kurzen Weg und bleibt deshalb frisch, kühl und schwer, während die auf die einzelnen Baue sich verteilenden Ströme auf ihren langen, verzweigten Wegen sich allmählich erwärmen und leichter werden, so daß ihr Bestreben, aufzusteigen, der Ventilatorwirkung zu Hilfe kommt.

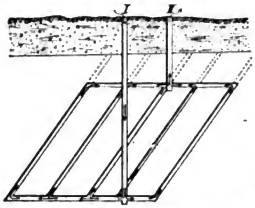


Abb. 481. Schema der aufsteigenden Wetterführung.

Die abfallende Wetterführung, bei der die Baue und einzelnen Betriebspunkte in der Richtung von oben nach unten vom Wetterstrome bestrichen werden, läßt sich zwar nicht in allen Fällen und für alle einzelnen Teile des Wetterstromes vermeiden, sie birgt aber, abgesehen von den zu befürchtenden Stockungen, für Schlagwettergruben noch die Gefahr, daß die an der Firste sich etwa ansammelnden Schlagwetter vom Wetterstrome nicht mitgenommen werden.

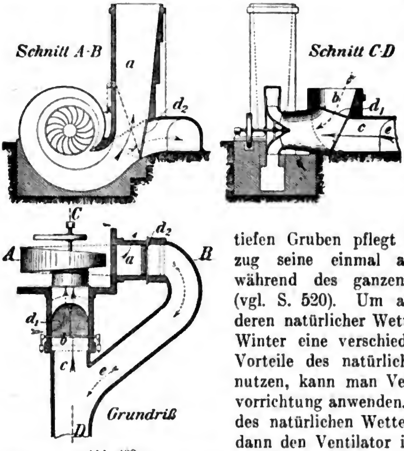


Abb. 482.
Ventilator mit Umstellvorrichtung.

145. — Wetterumstellvorrichtung. Auf tiefen Gruben pflegt der natürliche Wetterzug seine einmal angenommene Richtung während des ganzen Jahres beizubehalten (vgl. S. 520). Um auch auf Stollengruben, deren natürlicher Wetterzug im Sommer und Winter eine verschiedene Richtung hat, die Vorteile des natürlichen Wetterzuges auszunutzen, kann man Ventilatoren mit Umkehrvorrichtung anwenden. Je nach der Richtung des natürlichen Wetterstromes läßt man alsdann den Ventilator in der einen Hälfte des Jahres blasend und in der anderen Hälfte saugend arbeiten. Abb. 482 zeigt eine solche Umstellvorrichtung. Bei der gezeichneten Stellung der Klappen d_1 und d_2 saugt der Ventilator die Luft durch Kanal *c* aus der Grube und befördert sie durch den Schlot *a* ins Freie, so daß er also saugend wirkt. Werden dagegen die Klappen d_1 und d_2 in die punktierte Lage gebracht, der die gestrichelten Wetterstrompfeile entsprechen, so saugt der Ventilator die Luft durch den kurzen Schlot *b* an und bläst sie durch *e* in die Grube.

Digitized by Google

Statt der doppelten Anordnung der Kanäle *c* und *e* in der Abb. 482 kann man den Ventilator auch durch einen doppelten Saugkanal mit beiden Schächten in Verbindung bringen, so daß er je nach der Stellung der Schieber entweder aus dem einen oder dem anderen Schachte saugt. Hierbei muß der jeweilig ausziehende Schacht einen Schachtverschluß erhalten.

Wetterumkehrvorrichtungen sind auch für Gruben von Nutzen, die viel unter Brandgefahr leiden. Bei Schacht- und größeren Grubenbränden kann von der Möglichkeit der Wetterumkehr sogar die Rettung der Belegschaft abhängen.

Die Wetterumstellung ist schließlich eines der Mittel gegen das Einfrieren der einziehenden Schächte. Das Loshacken des Eises ist eine lästige, gefährliche und zeitraubende Arbeit, die außerdem oft Schädigungen des Schachtausbaues und -einbaues zur Folge hat. Wo das Umkehren der Wetterführung mit den sonstigen Grubenverhältnissen sich verträgt, können die Schächte durch öfteres Umstellen leicht eisfrei gehalten werden.

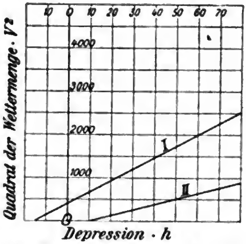


Abb. 483. Temperament $V^2:h$ einer Grube mit natürlichem Wetterzug.

146. — Rechnerische Betrachtung des natürlichen Wetterzuges. Das Verhältnis $\frac{V^2}{h}$ oder $\frac{V}{\sqrt{h}}$ (Temperament der Grube) erscheint durch die Wirkung des natürlichen Wetterzuges zum Teil verschleiert. Auch die für die gleichwertige Grubenöffnung und für den Kraftbedarf der Wetterführung ermittelten Größen bedürfen beim Vorhandensein eines natürlichen Wetterzuges einer Berichtigung.

Ist der natürliche Wetterzug dem Ventilatorstrome gleichgerichtet, so liefert auch bei Stillstand des Ventilators, also bei 0 mm Ventilatordepression, die Grube noch eine gewisse Wettermenge. Ist der natürliche Wetterzug dem Ventilatorstrome entgegengerichtet, so wird bei Stillstand des Ventilators, also 0 mm Ventilatordepression, in die Grube Luft einziehen. Daraus folgt, daß die das Temperament der Grube darstellende Gerade (vgl. Abb. 452 u. 453, S. 513) nicht durch den Nullpunkt des Koordinatensystems gehen kann und daß eine einzige Messung von Wettermenge und Depression zur zeichnerischen Auftragung der Geraden nicht genügt. Vielmehr müssen mindestens zwei solcher Messungen vorgenommen werden, auf Grund deren dann das Verhältnis $V^2:h$ (nicht dagegen unmittelbar das Verhältnis $V:\sqrt{h}$) zeichnerisch festgelegt werden kann. Abb. 483 zeigt in der Geraden I das Temperament einer Grube, die bei 0 mm abgelesener Depression noch 20 cbm Wetter in der Sekunde ($V^2 = 400$) liefert, während im Falle der Geraden *II* die ausziehende Wettermenge bereits bei 10 mm abgelesener Depression auf 0 gesunken ist. Auf die Bewetterung wirkt also nicht allein die Ventilatordepression h, sondern auch die natürliche Depression h_n ein, so daß eine Gesamtdepression

$$h_s = h + h_n$$

zur Wirkung kommt.

Digitized by Google

h_n wirkt bei gleicher Richtung des natürlichen und des künstlichen Wetterzuges positiv und bei entgegengesetzter Richtung negativ. Bei Gruben ohne natürlichen Wetterzug ist $h_n = 0$, also $h_s = h$.

Da h_n lediglich als Summand auftritt, so folgt aus der Betrachtung der Abb. 483, daß der Einfluß des natürlichen Wetterzuges sich nur als Parallelverschiebung der das Verhältnis des Quadrates der Wettermenge zur Depression veranschaulichenden Geraden bemerkbar macht, daß dagegen der Neigungswinkel dieser Geraden zur Wagerechten unverändert bleibt.

Zwei oder mehrere Messungen, die das Verhältnis $V^2:h$ (Abb. 483) festlegen, geben somit unmittelbaren Aufschluß auch über die Größe der natürlichen Depression h_n. Im Falle der Geraden *I* erhöht die natürliche Depression um 15 mm die Ventilatordepression, im Falle der Geraden *II* wirkt sie mit 10 mm der Ventilatordepression entgegen. Kennt man die natürliche Depression, so kann auch das Verhältnis $V : \sqrt{h_s}$, in der Art der Abb. 453 (S. 513), zeichnerisch dargestellt werden.

Für die Größe der gleichwertigen Grubenöffnung scheint es zunächst gleichgültig, ob ein natürlicher Wetterzug besteht oder nicht. Die Grubenweite an sich bleibt dieselbe. Um sie aber richtig zu ermitteln, muß man in die Formel $A = 0{,}38 \frac{V}{\sqrt{h}}$ statt h die Gesamtdepression h_s einsetzen. Andernfalls würde man für wechselnde Umdrehungszahlen des Ventilators verschiedene Werte für die Grubenweite erhalten, die bei Vorhandensein eines positiven natürlichen Wetterzuges zu groß und eines negativen natürlichen Wetterzuges zu klein wären.

Auch in der Formel des Kraftbedarfs der Wetterführung $N = \frac{V \cdot h}{75}$ ist für h die Gesamtdepression h_s zu setzen, falls man die gesamte Nutzarbeit der Wetterführung berechnen will. Will man aber, wie es die Regel sein wird, nur die Nutzleistung des Ventilators kennenlernen, so ist nur die abgelesene Depression h in die Formel einzusetzen.

V. Führung und Verteilung der Wetter in der Grube.

A. Die Wetterschächte.

147. — Aufstellung des Ventilators[1]) unter oder über Tage. Wenn der Ventilator nach Abb. 433 auf S. 499 unter Tage aufgestellt wird, so bleiben der einziehende und der ausziehende Schacht unverschlossen, und beide Schächte können ohne weitere Vorkehrungen sowohl für die Förderung als auch für sonstige Betriebszwecke benutzt werden. Bei Aufstellung des Ventilators über Tage dagegen, die z. B. in den Abbildungen 484*a* und *b* dargestellt ist (vgl. auch Abb. 431, S. 498), muß der Schacht mit einem Verschlusse versehen werden. Hierdurch wird aber seine Zugänglichkeit behindert, auch sind bei Förderschächten nicht unerhebliche Wetterverluste die Folge.

[1]) Unter „Ventilator" soll im folgenden stets ein Zentrifugalventilator verstanden werden.

Digitized by Google

Trotzdem wird in den meisten Fällen die Aufstellung des Ventilators über Tage vorgezogen. Wartung, Unterhaltung und Überwachung der Ventilatoranlage sind über Tage besser, weil hier helleres Licht, bessere Luft, leichtere Möglichkeit, Reinigung- und Ausbesserungstoffe herbeizuschaffen, und dauernde Aufsicht vorhanden sind. Außerdem ist die Betriebskraft billiger, weil die Notwendigkeit der Kraftübertragung bis in die Grube fortfällt. Ferner kann über Tage der Standort des Ventilators dauernd unverändert bleiben, während es bei Aufstellung unter Tage nicht ausgeschlossen ist, daß nach Abbau einer Sohle aus betrieblichen Gründen der Ventilator verlegt werden muß. Schließlich kommt in Betracht, daß bei Aufstellung über Tage sowohl der Ventilator als auch die Bedienungsmannschaft besser vor den Wirkungen etwaiger Explosionen und Grubenbrände geschützt ist. Die Betriebsicherheit ist also größer.

148. — Wahl der saugenden oder blasenden Bewetterung. Der Ventilator kann bei Aufstellung über Tage sowohl mit saugender als auch mit blasender Wirkung an die Grube angeschlossen, d. h. über dem ausziehenden oder über dem einziehenden Schachte aufgestellt werden. Im ersteren Falle erhält der ausziehende Schacht einen Verschluß und steht nur durch den Wetterkanal und den Ventilator mit der Atmosphäre in Verbindung (Abb. 484*a*). Im ganzen Grubengebäude herrscht gegenüber der äußeren Atmosphäre Unterdruck (Depression). Bei der blasenden Bewetterung dagegen ist der einziehende Schacht verschlossen, und der Ventilator drückt in ihn die Luft hinein (Abb. 484*b*). In der Grube herrscht Überdruck (Kompression), so daß die Wetter durch den offenen ausziehenden Schacht entweichen.

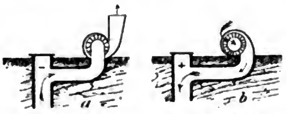


Abb. 484 *a* und *b*. Schematische Darstellung des saugend und blasend angeordneten Ventilators.

Was die Schlagwettergefahr angeht, so sind nach den auf S. 466 u. f. gemachten Ausführungen hauptsächlich plötzliche Luftdruckverminderungen zu fürchten, während ein dauernd gleichmäßiger Druck, gleichgültig ob er etwas unter dem Atmosphärendrucke wie bei der saugenden oder etwas über diesem wie bei der blasenden Bewetterung steht, für die Wetterverschlechterung durch Grubengas ohne Bedeutung ist. Kommt der Ventilator zufällig, vielleicht durch eine Schlagwetterexplosion oder infolge einer Betriebstörung, zum Stillstande, so wird bei blasender Bewetterung der Luftdruck in der Grube plötzlich um den Betrag der Kompression zurückgehen, während er bei saugender Bewetterung um die Höhe der Depression steigen wird. In solchen Fällen wird also bei dem blasenden Ventilator eine Vermehrung, bei dem saugenden eine Verminderung des Grubengasgehaltes der Grubenwetter die Folge sein. Umgekehrt liegt das Verhältnis, wenn man in Notfällen die Bewetterung der Grube durch höhere Umdrehungszahl des Ventilators verstärken will. Alsdann findet bei blasender Bewetterung eine Erhöhung des Luftdrucks in der Grube, also ein zeitweiliges Zurückdrängen der Schlagwetter in den alten Mann statt, während ein saugender Ventilator den Überdruck vermehrt und die Schlagwetter

Digitized by Google

vorübergehend aus dem alten Mann zieht. Ein entsprechendes Ergebnis stellt sich bei dem Ingangsetzen des Ventilators heraus, je nachdem dieser blasend oder saugend arbeitet.

Im allgemeinen kann man also sagen, daß bei einem saugenden Ventilator jede Erhöhung der Umdrehungszahl und bei einem blasenden jede Verminderung die Schlagwettergefahr zeitweilig vermehrt, während die Gefahr vermindert wird, wenn der saugende Ventilator langsamer und der blasende schneller läuft.

Von besonderer Wichtigkeit ist die Frage der Bewetterungsart für Gruben, die durch Tagebrüche, Risse und Spalten unmittelbar oder auf dem Umwege über den alten Mann mit der Erdoberfläche in mehr oder weniger dauernder, wenn auch wechselnder Verbindung stehen. Haben wir in solchem Falle blasende Bewetterung, so wird ein Teil der Wetter nicht durch den ausziehenden Schacht, sondern durch die genannten Verbindungen ins Freie entweichen (Abb. 485). Das hat zur Folge, daß bis zu einem gewissen Grade auch der alte Mann frische Wetter erhält

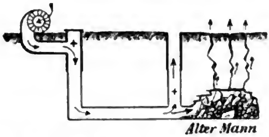


Abb. 485. Wirkungen der blasenden Bewetterung bei zerklüftetem Hangenden.

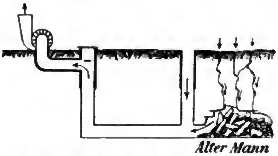


Abb. 486. Wirkungen der saugenden Bewetterung bei zerklüftetem Hangenden.

und daß die darin stehenden Gase, z. B. Kohlensäure, Grubengas, Stickstoff oder auch Brandgase, vielfach auf dem kürzesten Wege ins Freie gedrückt werden. Sie können so für die übrigen Grubenbaue fernerhin keine Gefahr mehr bilden.

Anders liegen die Verhältnisse bei der saugenden Bewetterung. Hier ziehen alle bis zur Tagesoberfläche reichenden Risse und Spalten Luft auf Wegen ein, die im einzelnen nicht zu verfolgen und nicht zu überwachen sind (Abb. 486). Soweit sich die Verbindungswege über dem alten Mann befinden — und dies wird die Regel sein —, werden die hier vorhandenen schlechten Gase in die Grubenbaue gezogen. Es ist dies um so bedenklicher, als das Auftreten solcher Gase von Zufälligkeiten abhängt und unberechenbar ist.

Die saugende Bewetterung stößt manchmal auf Schwierigkeiten, wenn die Lagerstätte nahe unter Tage sich befindet, so daß eine größere Zahl verschiedener, künstlich geschaffener Tagesausgänge vorhanden ist. Es können dies Schächte, Stollen, Tagesstrecken, Abbaue in der Nähe des Ausgehenden u. dgl. sein. Würde man hier saugende Bewetterung anwenden wollen, so würden die Wetter, da man nicht auf jeden der vielen Tagesausgänge einen Ventilator setzen kann, durch die genannten Verbindungen der Tagesoberfläche mit der Grube einfallen müssen, um nach dem ausziehenden Schachte zu gelangen. Für die Abbaue würde

Digitized by Google

das vielfach die ungünstige, abfallende Wetterführung (s. Ziff. 144) bedeuten. Auch würde im Winter die kalte Luft und im Sommer die heiße unmittelbar vor die Arbeitspunkte gelangen und der Belegschaft lästig fallen. Um diese Schwierigkeiten zu vermeiden, kann blasende Bewetterung am Platze sein, wobei man mit einem einzigen einziehenden Schachte auskommt und die verbrauchten Wetter durch die verschiedenen Tagesöffnungen entweichen läßt.

Im allgemeinen ist freilich trotz ihrer verschiedenen Nachteile die saugende Bewetterung häufiger. In der Hauptsache liegt dies daran, daß man des für den einziehenden Strom benutzten tiefsten Schachtes in der Regel auch für die Hauptförderung bedarf und daß es lästig ist, an dem Hauptförderschachte einen Schachtverschluß anzubringen. Man wählt lieber saugende Bewetterung, bei welcher der minder tiefe Schacht, der für die Förderung weniger benutzt zu werden pflegt, mit dem Verschlusse ausgerüstet wird.

149. — Schachtverschlüsse im allgemeinen. Wird der Ventilatorschacht nur für die Wetterführung benutzt, so daß er dauernd verschlossen gehalten werden kann, so wird er oben durch Mauerung abgewölbt oder durch eine eiserne Verschlußhaube geschlossen. Letztere wird gewöhnlich als Tauchglocke für Wasser- und Öldichtung und abnehmbar eingerichtet, so daß die Schachtmündung durch Anheben der Haube freigelegt werden kann (Abb. 487). Für den Fall einer Grubenexplosion dient die Haube gleichsam als Sicherheitsventil, das den Ventilator vor der Heftigkeit der Explosionswirkung schützt.

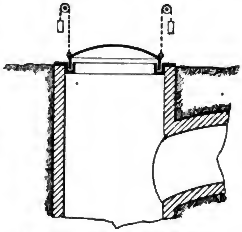


Abb. 487. Schachtverschlußhaube.

Soll der Schacht zwar nicht für die regelmäßige Förderung, wohl aber für die Fahrung und für gelegentliches Einhängen von Betriebstoffen zugänglich bleiben, so wird er zweckmäßig durch eine wetterdichte Schachtkaue, die unmittelbar über der Rasenhängebank errichtet wird und mit unter Depression steht, verschlossen. Der Zugang zur Kaue erfolgt durch eine Schleuse mit mindestens zwei, in der Regel drei Türen, die bei Benutzung des Einganges nacheinander so geöffnet werden, daß stets mindestens eine Tür geschlossen bleibt.

Dient der Schacht für die regelmäßige Förderung, so benützt man als Verschluß Schachtdeckel, oder man bedient sich ebenfalls der Luftschleusen, die alsdann für den Durchgang des Fördergutes eingerichtet sein müssen.

150. — Schachtdeckelverschluß. Auch der Schachtdeckelverschluß ist eine Schleuseneinrichtung, die aber insofern vereinfacht ist, als sie nur aus einem Deckel besteht, wobei die Schleusenwirkung durch das Fördergestell selbst ergänzt wird. Für den Verschluß erhält jedes Fördertrumm wetterdichte, bis zur Höhe der Hängebank emporgeführte Wandungen. Hier legt sich auf die so geschaffene Mündung des Trumms ein loser, ebener Deckel,

der das Schachtinnere gegen die Atmosphäre abschließt (Abb. 488). Der Deckel besitzt in der Mitte ein Loch für den Durchgang des Förderseils. Kommt der Förderkorb oben an, so wird der Deckel von einem oberhalb des Seileinbandes angebrachten Querstücke mit angehoben und hochgenommen, während der den Maßen des Trumms genau angepaßte Boden des Korbes nun den Verschluß besorgt. Damit bei etwaigem geringen Überheben des Korbes nicht sofort die Trummöffnung frei wird, können die Seitenflächen des Korbbodens nach unten kastenartig verlängert werden, so daß die scheinbare Dicke des Bodens wächst.

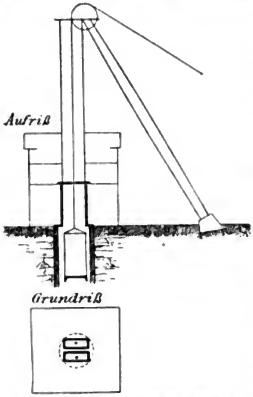


Abb. 488. Schachtdeckelverschluß.

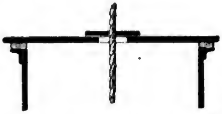


Abb. 489. Schachtdeckel mit kleinerem Deckel für das Seilloch.

Beim jedesmaligen Anheben des Schachtdeckels erhalten Förderkorb und Förderseil einen starken Stoß, weil nicht allein das Gewicht des Deckels plötzlich in Bewegung zu setzen ist, sondern auch der infolge der Depression auf dem Deckel lastende äußere Luft-Überdruck überwunden werden muß. Ein Deckel für ein Fördertrumm von 3,65 : 1,1 m, also von etwa 4 qm, wiegt bereits rund 600 kg. Bei 150 mm Depression macht der Druck auch $4 \cdot 150 = 600$ kg aus, so daß jedesmal beim Anheben des Deckels 1200 kg plötzlich in Bewegung zu setzen sind. Eine Milderung des Stoßes wird durch eine Unterteilung des Schachtdeckelverschlusses entsprechend der Abb. 489 ermöglicht. Man verschließt das wegen des Schlagens des Seiles ohnehin nicht zu klein zu bemessende Seilloch, das man aber jetzt reichlich groß wählen kann, durch einen darauf gelegten, kleineren Deckel. Der Förderkorb hebt bei seinem Eintreffen an der Hängebank zunächst mittels des Seileinbandes den kleineren Deckel an, so daß atmosphärische Luft zwischen den großen Deckel und den mittlerweile weiter aufsteigenden Korb tritt und die Depression beseitigt. Alsdann wird durch die Zwieselketten oder den Korb selbst mit abgeschwächtem Stoße auch der große Deckel angehoben.

Es ist natürlich, daß bei dem geschilderten Schachtdeckelverschlusse erhebliche Wetterverluste unvermeidlich sind. Diese ergeben sich aus dem Spielraum, der dem Seile im Deckelloche und dem Korbboden in seiner Führung an der Hängebank gegeben werden muß, ferner aus Undichtigkeiten der Auflageflächen zwischen Deckel und Trummverkleidung und aus gelegentlichem Übertreiben des Förderkorbes. Die Verluste sind um so größer, je höher die Depression und je flotter die Förderung ist. Man wird sie durchschnittlich auf 15—20 % schätzen können.

151. — Luftschleusenverschluß. Beim Luftschleusenverschluß (Abb. 490) stehen die Fördertrümmer bis dicht unter die Seilscheiben und außerdem ein mehr oder minder großer Teil der Hängebank unter Depression. Dieser Teil ist durch eine Wettertürenschleuse *t t* mit der Förderabteilung einerseits und mit der übrigen Hängebank anderseits verbunden. Beim Abziehen der Wagen vom Förderkorbe sind die dem Fördertrumm zunächst belegenen Türen geöffnet. Sobald sie wieder geschlossen sind, werden die äußeren Türen geöffnet, so daß die Förderwagen zur Verladung gefahren werden können. In umgekehrter Richtung werden die leeren Wagen in den Depressionsraum zurückgeschleust. In entsprechender Weise wird die Schleuse auch für die Fahrung benutzt.

Das Durchgangsloch für das Förderseil durch die Decke der Trummverkleidung kann hier verhältnismäßig klein sein, weil dicht unter der Seilscheibe die Seilschwankungen sehr gering sind.

Die Wetterverluste sind bei nicht zu großen und gut ausgeführten und unterhaltenen Luftschleusen geringer als beim Schachtdeckelverschluß, weil die dichtenden Flächen fest, ohne Bewegung und ohne Spielraum aufeinander liegen. Dafür wird aber die Förderung sehr stark behindert, da das Öffnen der Türen entgegen der Depression lästig ist und Mühe und Zeit kostet. Außerdem leidet die Übersichtlichkeit der Hängebank, so daß die Anschläger nicht genügend überwacht werden können. Für lebhafte Förderungen ist deshalb dieser Schachtverschluß wenig geeignet.

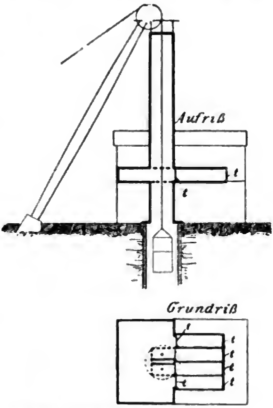


Abb. 490. Gewöhnlicher Luftschleusenverschluß.

Der Luftschleusenverschluß erscheint in mannigfacher Form. Nach der Bauart der Maschinenfabrik Humboldt[1]) zu Kalk bei Köln werden Schiebetüren durch Elektromotoren bewegt, um der Bedienungsmannschaft die Arbeit des Öffnens abzunehmen. Die Elektromotoren sind so miteinander verkuppelt, daß von zwei zusammengehörigen Türen stets nur eine geöffnet werden kann. Auch bei der Wetterschleuse auf Zeche Concordia[2]) erfolgt das Öffnen der Türen durch mechanische Kraft. Hier drücken die durch eine besondere Kettenförderung innerhalb der Schleusen bewegten Wagen die Türen auf.

---

[1]) Glückauf 1904, Nr. 25, S. 713; Grahn: Luftschleusenanlage auf dem Wetterschacht IV der Gewerkschaft Deutscher Kaiser in Hamborn.

[2]) Glückauf 1913, Nr. 18, S. 697; Dobbelstein: Wetterschleusen mit Kettenförderanlage usw.

Digitized by Google

Auf der Zeche Prosper bei Bottrop stehen Drehtüren nach Abb. 491 in Gebrauch, deren Achsen etwas aus der Mitte versetzt sind, derart, daß die nach der Depressionseite sich öffnende Hälfte der Tür T eine kleinere Fläche als die andere Hälfte besitzt. Dadurch wird erreicht, daß zwar der Luftdruck die Tür gegen die Filzdichtung F der Widerlager mit einer der Differenzfläche entsprechenden Kraft anpreßt, trotzdem aber ein verhältnismäßig leichtes Öffnen möglich bleibt. Die Schutzpuffer S dienen zur Schonung der Tür beim Durchfahren der Wagen. Die Anschläge P begrenzen die Drehbewegung.

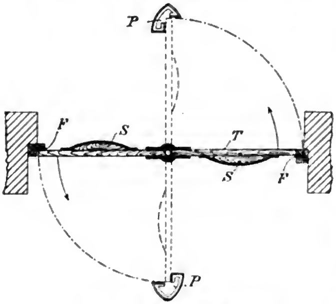


Abb. 491. Luftschleusendrehtür.

Bei der Hinselmannschen Schleuseneinrichtung (Abb. 492) liegt die eigentliche, luftdicht abgeschlossene Förderhängebank F über der Verladehängebank V, und das Durchschleusen der vollen Wagen von jener zu dieser und der leeren in umgekehrter Richtung erfolgt in senkrechter Richtung durch seitlich liegende Bremsschächtchen s, die von der Schachtförderung unabhängig sind. Die in den Schächtchen s vorhandenen Förderkörbe k bewegen sich nur von der Förderhängebank F zur Verladehängebank V, und Böden und Deckel sind so eingerichtet, daß sie kolbenartig luftdicht an die Wandung der Schächtchen anschließen, und zwar so, daß bei dem tiefsten Stande des Korbes der Deckel und bei dem höchsten Stande der Boden den Luftabschluß bewirkt. Solche Schleuseneinrichtungen werden mit gutem Erfolge, z. B. auf Zeche Rheinpreußen IV, benutzt.

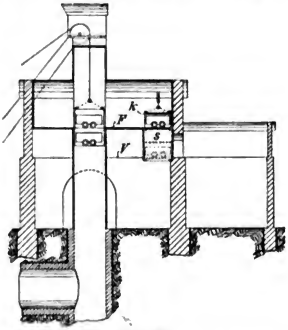


Abb. 492. Hinselmannsche Schleuseneinrichtung.

152. — Erweiterte Schleuseneinrichtung. Bei der Bentropschen wetterdichten Schacht- und Verladehalle[1]), wie sie auf Zeche Neumühl bei Neumühl ausgeführt ist, steht das ganze Schachtgebäude mit Ausnahme eines Teiles des untersten Stockwerks

[1]) Glückauf 1899, Nr. 31, S. 638; Dehnke: Welche Einrichtungen gestatten bei oberirdischer Aufstellung des Ventilators, den ganzen Querschnitt eines Förderschachtes zur Wetterführung zu benutzen?

Digitized by Google

mit unter Depression (Abb. 493). Die Entleerung der Förderwagen und die Verladearbeiten gehen im Depressionsraume vor sich. Zwar sind einige Schleusen vorhanden; diese dienen aber nur als Durchgang für die Belegschaft und zum Ein- und Ausfördern von Betriebstoffen. Sie werden also während der regelmäßigen Förderung nicht benutzt.

Die Kohle wird nun auf verschiedene Weise aus dem Depressionsraume befördert. Nach Abb. 493 (s. mittlere und untere Abbildung) werden die Förderwagen auf den Kreiselwippern k_1 und k_2 entleert. Die Stückkohle gleitet über den Rätter S in Wasserkästen *a* mit infolge der verschiedenen Drücke auf beiden Seiten verschieden hohen Wasserständen in der inneren und äußeren Hälfte und gelangt von hier aus mittels der Lesebänder *b* nach den Eisenbahnwagen W, und zwar auf dem ersten Teile ihres Weges unter Wasser. Die Feinkohle fällt in den Vorratsrumpf F und kann hier abgezogen werden, wobei entweder die Kohle selbst die Abdichtung besorgt oder nach Art der Schleusen mehrere Schieber benutzt werden, von denen stets einer geschlossen

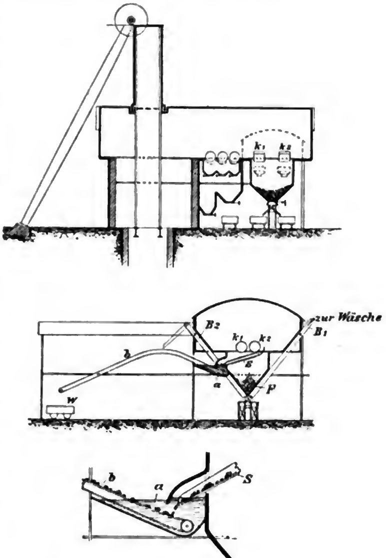


Abb. 493. Wetterdichte Schacht- und Verladehalle nach Bentrop.

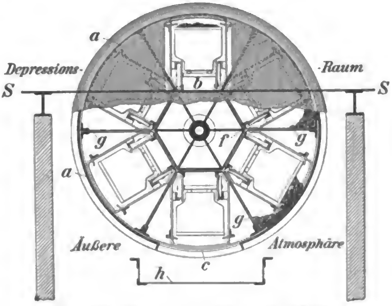


Abb. 494. Bentropsche Schleusentrommel.

Digitized by Google

sein muß. Neuerdings bevorzugt man mehr das Ausschleusen der Kohle mittels einer ebenfalls dem Bergwerksdirektor Bentrop patentierten Schleusentrommel[1]) (Abb. 494). Diese besteht aus dem feststehenden, zylindrischen Gehäuse *a*, das völlig ummantelt ist und nur an den Stirnflächen die Öffnungen *b* für das Durchschieben der Wagen und unten im Zylindermantel die Öffnung *c* zum Austrag der Kohle besitzt, und der drehbaren Trommel *f*, deren Scheidewände *g* genau bearbeitet sind und möglichst luftdicht an die Gehäusewände anschließen. Im übrigen ist die Trommel sechsteilig gebaut und kann in ihren Abteilungen, wie die Abbildung erkennen läßt, sechs Förderwagen aufnehmen. Die Wirkung und Arbeitsweise ergibt sich ohne weiteres aus der Abbildung. Mit der Schleusentrommel können in der Minute bis zu sechs Wagen entleert werden. Die Kohle fällt auf Schwingsiebe *h*, um sodann zur Verladung oder zur Wäsche zu gelangen.

Es hat sich gezeigt, daß das Gebäude selbst vollkommen sicher gegenüber dem auf den Wandungen und dem Dache lastenden Luftdrucke und genügend wetterdicht hergestellt werden kann. Die Verluste sind mit nur etwa 3—4% der Gesamtwettermenge ermittelt worden. Als Übelstand hat sich bemerkbar gemacht, daß in der Verladehalle Staubbildung eintritt und der mit der wasserdampfhaltigen Luft des ausziehenden Wetterstromes erfüllte Raum viel größer als bei den gewöhnlichen Luftschleusen ist.

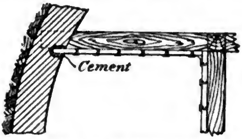


Abb. 495. Schachtwetterscheider aus Holz.

153. — Schachtwetterscheider. Durch Einbau eines Wetterscheiders wird es ermöglicht, mit einem einzigen Schachte für den ein- und ausziehenden Strom auszukommen. Die beiden Ströme sind dann lediglich durch die vom Scheider gebildete, wetterdichte Wand voneinander getrennt. Es hat das neben der etwaigen Ersparnis eines Schachtes den Vorteil, daß nur das ausziehende Trumm, das sog. Wettertrumm, oben abgedeckt zu sein braucht, während der Hauptteil des Schachtes für die Förderung frei bleibt. Beim Kalisalzbergbau hat man vielfach mit diesem sog. „Einschachtsystem" gearbeitet.

Als Schachtwetterscheider haben sich am besten solche aus Holz bewährt, weil sie wenig Raum beanspruchen, eine gewisse Elastizität besitzen und bei Ausbesserungen sich bequem bearbeiten lassen. Die einzelnen Bretter werden mit Nut und Feder ineinander gefugt; auch werden die Fugen mit geteerter Leinwand und übergenagelten Latten gedichtet (Abb. 495). Der Anschluß an die Schachtstöße muß besonders sorgfältig hergerichtet werden. In ausgemauerten Schächten stellt man in den Stößen einen senkrechten Schlitz her, in den die Holzwand eingelassen wird. Die Abdichtung erfolgt sodann durch Zement.

Gemauerte Schachtscheider, deren einzelne Felder von Trägern oder Einstrichen nach Art eines Fachwerkbaus getragen werden, leiden sehr unter den Stößen der Förderung und sind auch an sich stark luftdurchlässig.

---

[1]) Glückauf 1908, Nr. 33, S. 1173; Otten: Luftschleusenverschluß und mechanische Transportanlage auf dem Wetterschachte III der Zeche Neumühl.

Digitized by Google

Vorgeschlagen und stellenweise versucht sind ferner Schachtscheider aus Beton- oder Eisenbeton und aus eisernen Blechen, die wie die Mauerung den Vorteil der Unverbrennlichkeit besitzen, in sonstiger Beziehung aber ebenfalls den hölzernen Wetterscheidern nachstehen.

154. — **Nachteile der Schachtwetterscheider.** Man sollte Wetterscheider in Schächten selbst dann nur als Notbehelf ansehen, wenn wirklich das Wettertrumm einen ausreichenden Querschnitt für den Durchzug der in Aussicht genommenen Wettermenge besitzt, was in der Regel nicht der Fall zu sein pflegt. Denn wenn es schon von vornherein schwierig ist, einen tatsächlich dichten Wetterscheider im Schachte herzustellen, so ist es noch schwieriger, ihn dauernd dicht zu erhalten. Es ist zu beachten, daß der Wetterscheider infolge der Wirkung der Depression einem nicht unerheblichen seitlichen Druck widerstehen muß und deshalb stark auf Biegung in Anspruch genommen wird. Da bei 150 mm Depression 1 qm Scheiderfläche 150 kg auszuhalten hat, würde ein 3 m breiter Scheider auf jedes steigende Meter mit 450 kg belastet sein. Es kommen nun die fortwährenden, bei der Förderung unvermeidlichen Stöße und Erschütterungen hinzu; häufig steht der Schacht selbst nicht völlig ruhig, sondern ist mit dem Gebirge mehr oder weniger in Bewegung, so daß hiernach die außerordentlichen Schwierigkeiten bei der Dichthaltung des Schachtscheiders verständlich werden. In jedem Falle bleibt die Gefahr bestehen, daß eine Beschädigung des Schachtes, sei es durch Vorgänge bei der Förderung, sei es durch Brechen des Ausbaues, die ganze Grube durch die Störung der Wetterführung in Mitleidenschaft zieht. Geradezu verhängnisvoll kann die Beschädigung von Schachtscheidern durch Veranlassung eines solchen „Kurzschlusses" im Falle einer Explosion oder eines Brandes in der Grube werden. Aus diesen Gründen sucht allgemein die Bergpolizeibehörde die Schachtscheider zu beseitigen.

155. — **Lage des Wetterschachtes.** Je nach der Lage des ausziehenden Wetterschachtes im Baufelde kann man zwei grundsätzlich verschiedene Arten der Bewetterung unterscheiden.

Der Wetterschacht kann in dem einen Falle in der Nachbarschaft des einziehenden Schachtes etwa in der Mitte des Baufeldes liegen. Die Wetter ziehen also zunächst von dem einziehenden Schachte in der Richtung auf die Feldesgrenzen, um sodann nach Bewetterung der Baue wieder etwa nach dem Mittelpunkte des Grubenfeldes zurückzukehren. Man spricht alsdann von der *rückläufigen* oder *zentralen* Wetterführung.

Im anderen Falle werden ein oder mehrere Wetterschächte auf die Feldesgrenzen gesetzt. Die Wetter ziehen also von der Mitte des Feldes aus den Feldesgrenzen zu, um hier durch die Wetterschächte ins Freie befördert zu werden. Man kann eine solche Art der Bewetterung *grenzläufige* Wetterführung nennen. Der sonst wohl gebrauchte Ausdruck „diagonale Wetterführung" trifft das Wesen der Sache nicht[1]).

---

[1]) Eine dritte, freilich nur ausnahmsweise benutzte Möglichkeit ist die, daß man die Wetterschächte an den Feldesgrenzen zu einziehenden Schächten macht. Es kann dies für tiefe Gruben vorteilhaft sein, wenn man den an den Feldesgrenzen belegenen Arbeitspunkten kühle Wetter zuführen muß. Im Saarbezirk hat man von diesem Verfahren gelegentlich Gebrauch gemacht.

Digitized by Google

Wenn man die allmähliche Entwickelung einer Grube ins Auge faßt, so ist es klar, daß die rückläufige Wetterführung zunächst am bequemsten ist. Sobald die beiden Schächte ihre bestimmte Teufe erreicht haben, kann der Durchschlag mit leichter Mühe hergestellt werden. Bei den nunmehr beginnenden Aus- und Vorrichtungsarbeiten steht ein kräftiger Wetterstrom mit kurzen Hin- und Rückwegen zur Verfügung. Das gleiche gilt, wenn später der Abbau in der Nähe der Schächte beginnt. Es wäre ungünstig, in solchem Falle erst auf den Durchschlag mit einem weit entfernten Wetterschachte warten zu müssen.

Je mehr sich aber die Baue von den Schächten entfernen und den Feldesgrenzen nähern, um so ungünstiger wird das Verhältnis für die rückläufige Wetterführung. Die Widerstände wachsen schnell, und die Grubenweite sinkt. Sind die Baue an der Feldesgrenze z. B. 1500 m vom Schachte entfernt, so beträgt die streichende Länge des Gesamtwetterweges bereits 3000 m.

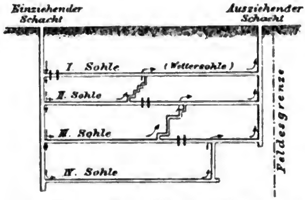


Abb. 496. Benutzung einer und derselben Sohle für den ein- und ausziehenden Strom bei der grenzläufigen Wetterführung.

Läge alsdann der Wetterschacht an der Feldesgrenze, so würde der Wetterweg nur rund 1500 m lang zu sein brauchen.

Während man also bei der rückläufigen Wetterführung in der Nachbarschaft der Schächte kurze Wetterwege hat, deren Länge aber mit dem Vorrücken der Baue nach den Feldesgrenzen schnell wächst, hat man im anderen Falle stets gleiche Wetterwege von mittlerer Länge, und es ist dabei ohne Bedeutung, ob die Baue näher dem Schachte oder der Feldesgrenze stehen. Da bei der ersteren Art der Wetterführung die verbrauchten Wetter annähernd parallel zum frischen Strome und in geringem Abstande von diesem wieder nach dem Schachte zurückfließen müssen, ist leicht, und zwar besonders in der Nähe des Schachtes wegen des dort stärksten Druckunterschiedes, Kurzschluß möglich, so daß die äußersten Baue geringere und unter Umständen nicht mehr genügende Wettermengen erhalten. Bei der grenzläufigen Wetterführung dagegen besteht eine Kurzschlußgefahr nur in sehr geringem Grade, und man hat schließlich den besonderen Vorteil, daß man eine und dieselbe Sohle zum Teil für den einziehenden und zum Teil für den ausziehenden Strom benutzen kann, wie dies Abb. 496 andeutet.

Die geringere Kurzschlußgefahr der grenzläufigen Wetterführung hat zur Folge, daß Wettertüren und Wetterscheider nicht gleich sorgfältig wie bei der rückläufigen Führung der Ströme in Stand gehalten und überwacht zu werden brauchen. Selbst bei Zertrümmerung von Wettertüren im Falle von Explosionen ist die Gefahr gering, daß ganze Abteilungen des Grubenfeldes aus dem Wetterstrome ausgeschaltet werden.

Insgesamt besitzt also die grenzläufige Wetterführung mit Benutzung von Wetterschächten an den Feldesgrenzen eine für die einzelnen Betriebspunkte gleichmäßigere Wirkung, sie gestattet außerdem eine bessere Aus-

Digitized by Google

nutzung der Querschläge und Grundstrecken auf den einzelnen Sohlen und ist zuverlässiger als die rückläufige Wetterführung. Letztere ist nur für Gruben, die in der Entwickelung begriffen sind, vorzuziehen.

Allerdings hängt die Wahl der Bewetterungsart nicht allein von den Rücksichten auf die Wetterführung ab. Vielmehr spricht die Frage nach den Kosten und den Schwierigkeiten des Schachtabteufens entscheidend mit. Für verschiedene Bezirke wird allein aus diesem Grunde die Frage verschieden zu lösen sein. Wo, wie im Saarrevier, Schächte billig herzustellen sind, wählt man häufig die grenzläufige Wetterführung; wo aber, wie im Ruhrbezirk, schwieriges Deckgebirge vorhanden ist und die Schächte teuer werden, begnügt man sich häufiger mit einem Wetterschachte in der Feldesmitte. Ferner ist zu beachten, daß mehrere Wetterschächte an den Feldesgrenzen eine Verzettelung des Betriebes bedeuten und daß solche Außenposten in jedem Falle lästig und schwierig zu beaufsichtigen sind, wenn auch durch Einführung des elektrischen Betriebes diese Übelstände abgeschwächt werden können (vgl. auch die Ausführungen über Zwillingschächte, S. 286 unter Ziff. 15 im Abschnitt „Grubenbaue").

B. Die Verteilung der Wetter im allgemeinen.

156. — Bildung von Teilströmen. Bei sehr kleinen, wenig ausgedehnten Gruben ist es wohl möglich, daß ein einziger, ungeteilter Wetterstrom die sämtlichen Baue der Grube nacheinander bestreicht. Für größere Gruben ist ein solches Verfahren ausgeschlossen. Der Wetterweg würde für einen einzigen Strom viel zu lang werden; die Streckenquerschnitte wären fast durchweg zu eng, um die Gesamtwettermenge durchzulassen; die Wettergeschwindigkeiten müßten viel zu hoch genommen werden; die Widerstände würden allzusehr wachsen, und die Arbeitspunkte erhielten zwar sehr viele, zumeist aber nicht mehr ganz frische Wetter. Bei Steinkohlengruben mit mehreren Flözen könnte man auch zum Teil die bedenkliche, abfallende Wetterführung nicht umgehen.

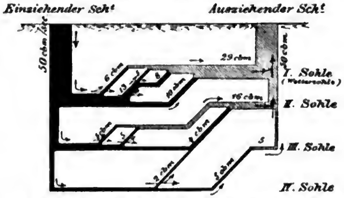


Abb. 497. Schematische Darstellung der Teilstrombildung.

Das einfache Mittel zur Behebung aller dieser Schwierigkeiten ist die Teilung des Wetterstromes. Vom einziehenden Gesamtstrome werden Hauptteilströme abgezweigt, die sich weiter in Unterteilströme verästeln. Die Teilung des Wetterstromes beginnt in der Regel schon im einziehenden Schachte, indem sich von hier aus die Ströme für die verschiedenen Sohlen abtrennen. Diese Hauptströme verzweigen sich wieder in Teilströme nach den verschiedenen Querschlägen und Richtstrecken, aus denen weiter die einzelnen Grundstrecken und Bremsbergfelder ihre Teilströme empfangen. Nach Bewetterung der Baue vereinigen sich die Teilströme allmählich wieder, um schließlich im ausziehenden Schachte den einheitlichen Ausziehstrom zu bilden.

Digitized by Google

Ein schematisches Bild von diesen Verhältnissen gibt Abb. 497, in der die frischen Wetter schwarz, die verbrauchten gestrichelt dargestellt sind.

Die Teilung des Wetterstromes ergibt kurze Wetterwege, vergrößert die gleichwertige Öffnung der Grube, verringert die Wettergeschwindigkeiten und Widerstände und ermöglicht, die einzelnen Betriebsabteilungen mit frischen, unverbrauchten Wettern zu versorgen. Die einzelnen Teilströme sind so voneinander getrennt zu halten, daß nicht, beispielsweise durch unbeabsichtigte Verbindungen über den alten Mann, gegenseitige Beeinflussungen entstehen und manche Betriebspunkte vielleicht gar unbewettert bleiben. Durch scharfe Trennung der einzelnen Teilströme werden auch die Ausdehnung etwaiger Schlagwetterexplosionen und die Folgewirkungen von Bränden und plötzlichen Gasentwickelungen bis zu einem gewissen Grade eingeschränkt.

Die Bildung von Teilströmen kann sehr weit getrieben werden, so daß manche Gruben bis 60 und mehr Teilströme haben.

157. — Die Regelung der Stärke der einzelnen Teilströme. Wenn eine große Zahl von Teilströmen vorteilhaft scheint, so stellen sich

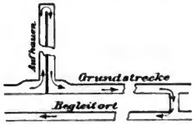


Abb. 498. Bewetterung eines Aufhauens und einer Grundstrecke durch einen einzigen Strom.

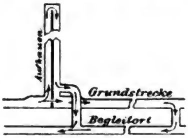


Abb. 499. Bewetterung eines Aufhauens und einer Grundstrecke durch einen geteilten Strom.

doch einer sehr weitgehenden Teilung des Stromes betriebliche, oben schon angedeutete Schwierigkeiten entgegen. Denn je mehr Einzelströme vorhanden sind, eine desto sorgfältigere und nachdrücklichere Überwachung der Wetterführung ist notwendig, weil das Stärkeverhältnis der Ströme nicht nur von vornherein durch richtige Bemessung der Verteilungsvorrichtungen zu sichern, sondern auch andauernd dem Wetterverteilungsplane entsprechend zu regeln ist. Denn man soll möglichst nicht die Belegung der Baue der verfügbaren Wettermenge, sondern diese jener anpassen. Diese Regelung wird mit der wachsenden Zahl der Ströme schwieriger und kann durch eine Verstärkung zu schwacher und eine Schwächung zu starker Teilströme erfolgen.

158. — Verstärkung zu schwacher Ströme. Bei den folgenden Ausführungen muß man sich der eigenartigen Beziehung erinnern, die zwischen Widerstand oder Depression und Stromgeschwindigkeit besteht (siehe S. 509 u. f., Ziff. 102). Wenn man nun einen zu schwachen Teilstrom verstärken will, ohne daß man in der Lage ist, die auf ihn entfallende Depression — etwa durch Drosselung zu starker Ströme — zu erhöhen, so kann dies durch Erweitern der Streckenquerschnitte oder durch weitere Teilung des Stromes oder durch Benutzung der Sonderbewetterung geschehen.

Bei wichtigen Strömen ist die Erweiterung der Querschnitte dringend anzuraten. Sie ist oft das einzige anwendbare und sicher zum Ziele führende Mittel.

Digitized by Google

Als Beispiel, in welcher Weise eine Teilung entlastend auf den allzu behinderten Strom wirken kann, dienen die Abbildungen 498 u. 499. Eine Grundstrecke und ein Aufhauen werden zunächst nach Abb. 498 mit einem einzigen Strome bewettert. Infolge der zunehmenden Länge des Gesamtweges erweist sich schließlich der Strom als zu schwach, weil die zur Verfügung stehende Depression nicht mehr ausreicht, worauf nach Abb. 499 der Strom geteilt wird. Aufhauen und Grundstrecke erhalten je einen Teilstrom; derjenige des Aufhauens wird unmittelbar in das die Wetter abführende Begleitort geleitet und braucht den Umweg über die Grundstrecke nicht zu machen. Die Widerstände gehen durch diese Maßnahme stark zurück, weil jetzt annähernd der doppelte Querschnitt zur Verfügung steht. Es strömen mehr Wetter als früher nach, und die für beide Betriebspunkte insgesamt zur Verfügung stehende Wettermenge ist reichlicher.

Noch ausgiebiger wird ein zu schwacher Wetterstrom durch Verkürzung seines Laufes entlastet, indem man einzelne Teile des Weges ausschaltet und der Sonderbewetterung, d. h. der Bewetterung mittels besonderer Kraft (Ventilator, Strahldüse) überläßt. Alsdann wird der Weg des Gesamtstromes in der aus der Abb. 500 ersichtlichen Weise verkürzt. (Näheres darüber folgt unter „Sonderbewetterung", Ziff. 177 u. f.)

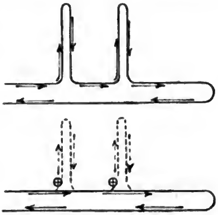


Abb. 500. Entlastung eines Wetterstromes durch Einrichtung von Sonderbewetterungen.

159. — Schwächung zu starker Ströme. Um zu starke Teilströme zu schwächen, kann man, abgesehen von einer Änderung der allgemeinen Bewetterungsverhältnisse, insbesondere die Drosselung und auch die Belastung des Stromes mit der Bewetterung weiterer Teile des Grubengebäudes anwenden.

Die Drosselung besteht in dem Einbau eines künstlichen Widerstandes, der bewirkt, daß nur die beabsichtigte Wettermenge noch durch den verbleibenden Streckenquerschnitt zu ziehen vermag. Es wird also eine Einschnürung für den Strom geschaffen. Jede Drosselung bedeutet für die hindurchgehende Wettermenge die Überwindung eines Widerstandes, wobei Gefälle verloren geht.

Somit wird in dem Strome aufgespeicherte Arbeit vernichtet. Man darf aber diese Arbeitsverluste nicht überschätzen. Wenn der Teilstrom 7,5 cbm sekundlich führt und in der Drosselung einen Spannungsabfall um 5 mm erleidet, so würde, da die ungedrosselten Ströme an dem Spannungsabfall der gedrosselten nicht teilnehmen, der ganze Arbeitsverlust nach der Formel:

$$N = \frac{V \cdot h}{75}$$

nur

$$\frac{7{,}5 \cdot 5}{75} = \tfrac{1}{2}\ \text{PS}$$

betragen. Ein Teilstrom von 7,5 cbm in der Sekunde ist nun bereits ein starker Strom, und ebenso ist eine Drosselung um 5 mm Wassersäule ziem-

lich beträchtlich. Immerhin soll man der Kraftverluste wegen Hauptteilströme möglichst nicht drosseln und überhaupt mit Drosselungen sparsam arbeiten. Viele Drosselungen sind bequem, schädigen aber die Gesamtwetterleistung. Mit möglichst wenigen Drosselungen auszukommen, ist eine erstrebenswerte Kunst.

Der Drosselung vorzuziehen ist die Belastung zu starker Ströme durch Anhängen weiterer Betriebe. Wenn z. B. der nach Abb. 501 von der II. zur I. Sohle fließende Strom zu stark ist, so kann er durch Einschalten der Bewetterung von Zweigstrecken (Querschlägen, Abhauen u. dgl.) oft soweit belastet werden, daß er nur noch die gewünschte Stärke behält. Bei Gedankenlosigkeit und Unachtsamkeit kann es vorkommen, daß der zunächst zu starke Strom auf der I. Sohle (Abb. 501) gedrosselt wird und daß, wenn dann später auf der II. Sohle das Auffahren eines Querschlages oder eines Abhauens notwendig wird, hier ein besonderer Ventilator aufgestellt wird, dabei aber die Drosselung auf der I. Sohle bestehen bleibt.

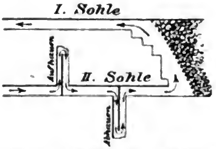


Abb. 501. Belastung eines Stromes durch Anhängen weiterer Betriebe.

160. — Wettertüren. Zur Durchführung der planmäßigen Wetterleitung dienen in erster Linie die Wettertüren. Man unterscheidet zwischen Türen, die den Querschnitt der Strecke vollkommen verschließen und den Strom lediglich leiten, und Türen, die gleichzeitig den Strom teilen und zu diesem Zwecke eine in der Regel einstellbare Durchgangsöffnung für die Wetter besitzen. Man spricht demgemäß wohl von Stromleitungs- oder Absperrtüren und von Stromverteilungs- oder Drosseltüren.

161. — Absperrtüren. Die Absperrtüren müssen zunächst das Erfordernis der Dichtigkeit erfüllen. Sie sind in der Regel aus zwei Holzlagen, deren Fasern sich kreuzen, gefertigt. An wichtigen Punkten wendet man Türen aus Eisenblech an, die brandsicher und außerdem widerstandsfähiger gegen äußere Einwirkungen sind. Die gegen die Rahmen schlagenden Kanten werden mit Filz-, Leinwand- oder Lederstreifen belegt. Die Türen werden stets so aufgestellt, daß sie vom Wetterzuge zugedrückt werden. Nur wo mit einer Wetterumkehr gerechnet wird, stellt man zwei nach entgegengesetzten Richtungen hin sich öffnende Türen auf, wobei dann wenigstens eine immer vom Wetterzuge angedrückt wird.

Damit die Türen sich selbsttätig schließen, stellt man die Rahmen etwas schräg oder bringt die Angeln in versetzter Stellung an. Diese Mittel versagen aber, wenn die Tür über ein bestimmtes Maß hinaus geöffnet wird. Es ist deshalb rätlich, außerdem noch Schließfedern oder Fallgewichte mit einer Zugeinrichtung vorzusehen. Namentlich ist dies in druckhaftem Gebirge erforderlich, wo die Tür sich leicht in den Angeln klemmt.

Der Türrahmen wird in eine aufgestellte Bretterwand oder besser in Mauerwerk eingesetzt. Bei druckhaftem Gebirge ist es aber außerordentlich schwierig, so eine dauernd dichte, gut schließende Tür zu erhalten. Sehr empfehlenswert für solche Fälle ist es, nach einer auf Zeche General Blumenthal benutzten Ausführung den Türrahmen nicht in, sondern vor dem Mauer-

Digitized by Google

werk derart anzubringen, daß dieses, ohne den Rahmen in Mitleidenschaft zu ziehen, bis zu einem gewissen Grade dem Drucke nachgeben kann. Die Abb. 502 zeigt die Ausführung. Der Türrahmen *r* wird vor dem Mauerwerk durch vier eiserne Klauen *k* gehalten, die verschiebbar an Flacheisen durch Ankerschrauben *s* befestigt sind. Die Klauen *k* besitzen zu diesem Zwecke Schlitze, die ihre Verschiebung bei eintretendem Gebirgsdruck gestatten.

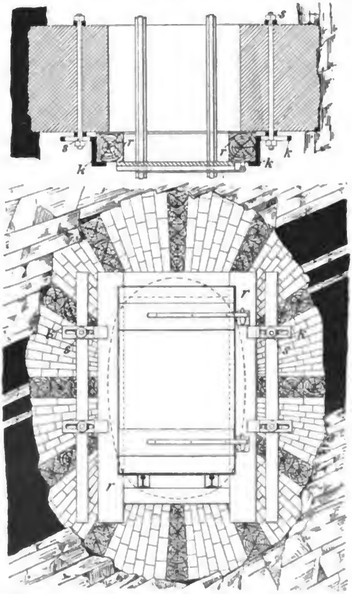


Abb. 502. Wettertür für druckhaftes Gebirge in Schnitt und Ansicht.

Die bei der Ausführung und Unterhaltung einer Wettertür aufzuwendende Sorgfalt hat sich in erster Linie nach der Bedeutung für die Bewetterung und nach der Kurzschlußgefahr zu richten. Von der größten Wichtigkeit sind bei rückläufiger Wetterführung z. B. die zwischen dem ein- und ausziehenden Schachte vorhandenen Türen, da sie einen besonders großen Depressionsunterschied auszuhalten haben und von ihrer Dichtigkeit die gesamte Bewetterung der Grube abhängt. Hier sind Türen aus Eisenblech, die auch heftigen Stößen und Erschütterungen zu widerstehen vermögen, in fester, gemauerter Verlagerung zu fordern. Da eiserne Türen aber leicht etwas windschief werden und nicht so dicht wie hölzerne schließen, stellt man wohl an solchen wichtigen Punkten zwischen zwei eisernen noch eine hölzerne Tür auf. Die letztere setzt die Wetterverluste auf ein Mindestmaß herab, die ersteren schützen mehr gegen Stöße und Schläge und gegen Brand.

Zur Trennung der Hauptwetterströme hat man auch sog. explosionsichere Wettertüren vorgeschlagen und stellenweise angewandt. Es sind dies zwei besonders kräftige, eiserne Türen, die mit entgegengesetzter Öffnungsrichtung beiderseits den Durchgang durch einen Mauerdamm abschließen. Die Explosion soll dann, mag sie von der einen oder anderen Seite kommen, an der unter ihrem Drucke sich schließenden Tür ihr Ende finden (vgl. Ziff. 85, S. 497).

Digitized by Google

In allen Hauptwetterstrecken ordnet man stets mindestens zwei Türen hintereinander an, die so mittels Gelenkstangen verbunden sein können, daß eine geschlossen sein muß, wenn die andere sich öffnen lassen soll. In Strecken mit Pferdeförderung muß man eine solche Entfernung der beiden Türen voneinander wählen, daß ein ganzer Zug zwischen ihnen Platz findet.

Auch bei maschinellen Streckenförderungen mit Seil ohne Ende sind Wettertüren nicht unmöglich. In diesem Falle läßt man jeden ankommenden

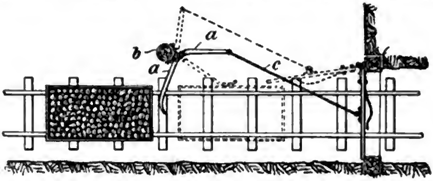


Abb. 503. Wettertür mit Hebelanordnung zum Öffnen gegen die Fahrrichtung.

Wagen durch Druck gegen einen Hebel sich die Tür selbst öffnen. Abb. 503 zeigt eine solche Anordnung, die übrigens auch für Schlepperförderung sehr empfehlenswert ist.

Für doppelgeleisige Strecken mit maschineller Förderung bewähren sich Drehtüren (Abb. 504) gut, wie sie in etwas anderer Ausführung bereits auf S. 550 beschrieben und durch Abb. 491 erläutert sind. Bei der nach Abb. 504 gebauten Tür, die z. B. auf Zeche **Ewald** im Gebrauch steht, stoßen die Wagen gegen Gleitschienen $g_1\, g_2$, deren eines Ende an einem festen Drehpunkte angebracht ist, während das andere Ende mittels Rolle und Führung an der Tür hin und her bewegt wird. Die Schrägstellung der Tür ermöglicht die Öffnung mit kleiner Drehbewegung. Damit die Tür nicht etwa durch entgegengesetzt zur Förderrichtung laufende Wagen beschädigt wird, sind Sperrketten $k_1\ k_2$ angebracht.

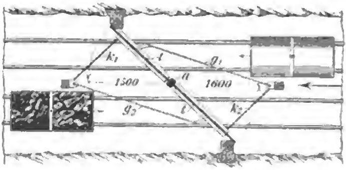


Abb. 504. Drehtür mit Vorrichtung zum selbsttätigen Öffnen in der Fahrrichtung.

Solche Drehtüren lassen sich, wie schon auf S. 550 hervorgehoben, besonders leicht öffnen. Bei großen Depressionsunterschieden wendet man zur Erleichterung des Öffnens mechanische Hebelvorrichtungen oder kleine Voröffnungsklappen an, die einen gewissen Druckausgleich vor und hinter der Tür bewirken und so das Öffnen gleichsam vorbereiten.

An Punkten, wo es weniger auf einen dichten Wetterabschluß ankommt, ersetzt man die Türen durch **Wettergardinen** oder **Vorhänge** aus Segelleinen. Besonders häufig geschieht dies in Abbaustrecken, wo Türen infolge der regen Druckwirkung unzweckmäßig sind.

Digitized by Google

162. — Drosseltüren. Die Stromverteilungstüren besitzen in der Regel in dem festen Felde oberhalb des eigentlichen Türflügels eine Öffnung, deren freier Querschnitt durch einen Schieber beliebig eingestellt werden kann (Abb. 505). In Rücksicht auf die Gefahr von Schlagwetteransammlungen ist es zweckmäßig, die Öffnung möglichst nahe unter der Firste anzubringen. Soll der durchgehende Teilstrom verstärkt werden, so müssen noch weitere Öffnungen in der Tür geschaffen werden. Unter Umständen ist der ganze Türflügel auszuhängen.

Man kann gewöhnlich die Wettertüren mit gleicher Wirkung entweder im einziehenden Strome auf der Fördersohle oder im ausziehenden Strome auf der Wettersohle aufstellen. Auf der Fördersohle ist zwar die dauernde Überwachung der Türen leichter und bequemer. Dafür müssen sie aber der Förderung und Fahrung wegen häufiger geöffnet werden, womit jedesmal eine Störung des Wetterzuges verbunden ist. Auch sind die Türen in höherem Grade Beschädigungen ausgesetzt. Man pflegt deshalb den Einbau der Türen im ausziehenden Strome vorzuziehen und nur dort davon abzusehen, wo besondere Rücksichten auf rasche Abführung der schädlichen Gase bei Explosionen, Bränden oder plötzlichen Grubengasausströmungen zu nehmen sind.

Abb. 505. Stromverteilungstür.

163. — Wetterdämme. Soll eine Strecke dauernd geschlossen werden, so ist sie am besten durch einen gemauerten Wetterdamm abzusperren. Das Mauerwerk ist der Dichtigkeit halber sorgfältig berappt zu halten. Bei druckhaftem Gebirge mauert man Bretterlagen ein oder führt auch „Klötzeldämme" auf. Diese werden dadurch hergestellt, daß in der Streckenrichtung ½—1 m lange Hölzer in Mörtelverband aufeinander geschichtet werden. Ist ein sehr dichter Abschluß erforderlich, so kann man zwei Dämme in kurzer Entfernung voneinander aufführen und den Zwischenraum mit trockenem Sand oder Lehm ausfüllen.

Schneller herzustellen sind Wetterdämme aus Bretterlagen, die auf Türstöcke oder eigens gesetzte Stempel genagelt werden. Die Dichtigkeit läßt jedoch namentlich bei druckhaftem Gebirge zu wünschen übrig. Auch in diesem Falle kann man zwei Verschläge in naher Entfernung anbringen und den Zwischenraum mit Sand oder Lehm ausstampfen. In Durchhieben läßt sich bei steiler Lagerung genügende Dichtigkeit durch Bedecken mit kleinkörnigen Bergen erzielen.

164. — Wetterkreuze. Namentlich bei flacher Lagerung muß man häufig einen Wetterstrom einen anderen kreuzen lassen, ohne daß eine Mischung beider Ströme stattfinden darf. Es geschieht dies mittels sog. Wetterkreuze (Wetterbrücken). Art und Sorgfalt der Ausführung richten sich hauptsächlich nach den zwischen beiden Strömen bestehenden Spannungsunterschieden. Bei annähernd gleichen Druckverhältnissen können unter Umständen Bretterverschläge genügen. Abb. 506 zeigt ein Wetterkreuz

Digitized by Google

mit gemauerten Seitenwangen und rechteckiger Holzlutte. Nach Abb. 507 ist das in doppeltem Schnitte dargestellte Wetterkreuz gemauert, und die Dichtigkeit ist durch Verstampfen mit Letten erhöht. Ein fahrbarer Durchgang mit zwei Wettertüren gestattet, aus dem einen Wetterweg in den andern zu gelangen. Abb. 508 zeigt eine Wetterüberführung, die aus einem gemauerten, rund gewölbten Kanal besteht. Bei sehr wichtigen Wetterkreuzen führt man die eine Strecke über die andere in der Art hinweg, daß zwischen beiden ein Gebirgspfeiler als trennende, feste Wand belassen wird (Abb. 509).

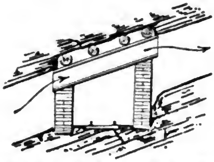


Abb. 506. Gemauertes Wetterkreuz mit Holzlutte.

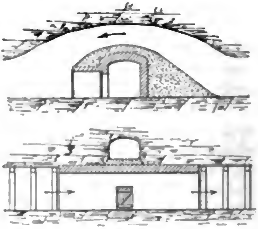


Abb. 507. Gemauertes Wetterkreuz.

Auf explosionsgefährlichen Gruben sollen Wetterbrücken kräftiger als nach Abb. 506 ausgeführt werden und nicht, wie dort dargestellt, in die Strecken, die sie überbrücken, hineinragen, da sie sonst durch eine Explosion leicht zerstört werden.

165. — Wetterriß und Wetterstammbaum. Um einen schnellen Überblick über die Bewetterung einer Grube zu gewinnen, pflegt man einen sog. Wetterriß und einen Wetterstammbaum zu führen. Auf dem

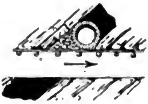


Abb. 508. Wetterkreuz in Gewölbemauerung.

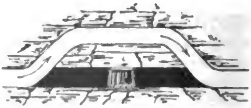


Abb. 509. Wetterkreuz mit Gebirgsmittel.

Riß, der häufig auch bereits für die einzelnen Steigerabteilungen hergestellt und auf dem laufenden erhalten wird, ist der Weg jedes einzelnen Stromes dargestellt. Auf dem Wetterstammbaum sind die sämtlichen Teilströme mit der Stärke der Belegschaft und der Wettermenge in Kubikmetern angegeben. Abb. 510 veranschaulicht die übliche Art des Stammbaums. Ein noch klareres Bild erhält man aus der in Abb. 511 gewählten Darstellung, in der auch die einzelnen Sohlen durch verschiedene Farben auseinander gehalten werden können. Selbstverständlich wechseln der Wetterriß und -stammbaum ununterbrochen und müssen ständig nachgetragen

Digitized by Google

werden. Sie werden deshalb zweckmäßig mit Ölfarbe auf Mattglas gezeichnet, wie dies auf Zeche **Shamrock I/II** bei Herne zuerst durchgeführt wor-

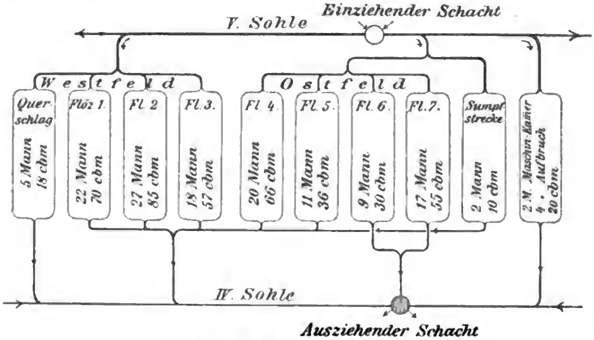


Abb. 510. Teil eines Wetterstammbaums.

den ist. Die fortwährenden Änderungen des Bildes lassen sich dann leicht, ohne Spuren zu hinterlassen, vornehmen und beeinträchtigen die Klarheit der Darstellung nicht.

C. Die Bewetterung der Baue und insbesondere der Streckenbetriebe.

166. — Einleitung. Die Bewetterung der Abbaubetriebe macht in der Regel keine Schwierigkeiten, weil mit Beginn des Abbaues der Durchschlag zwischen den Wetterzuführung- und Abführungstrecken bereits erfolgt zu sein pflegt. Sie kann hier um so eher übergangen werden, als im IV. Abschnitt die verschiedenen Abbauarten auch mit Rücksicht auf die Bewetterungsverhältnisse besprochen worden sind und in den zugehörigen Abbildungen die Wetterführung durch Pfeile angedeutet ist.

Die Bewetterung von Streckenbetrieben aller Art dagegen gehört mit zu den schwierigsten Aufgaben des Bergbaues, weil die Wetter auf dicht beieinander liegenden Wegen sowohl zu dem Arbeitspunkte hin als auch wieder zurück geleitet werden müssen. Das ist um so weniger leicht, je weiter man für den Hin- und Rückweg der Wetter auf eine einzige Strecke angewiesen, je größer also die Entfernung ist, auf welche die zu bewetternde Strecke gleichsam eine Sackgasse für die Wetterführung bildet.

Es kommt hinzu, daß die Vorrichtungstrecken häufig besonders vieler Wetter bedürfen, da die Schlagwetterentwickelung bei der Aufschließung des Feldes das gewöhnliche Maß übersteigt.

Man unterscheidet vier Arten der Bewetterung von Streckenbetrieben, die sämtlich das Kennzeichen zweier getrennten Wetterwege haben, nämlich:

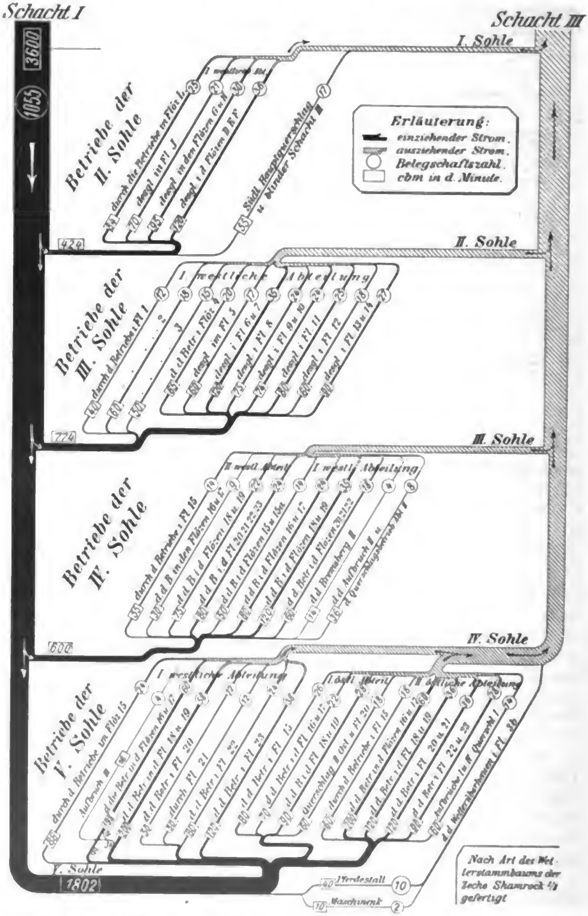


Abb. 511. Wetterstammbaum (46 Teilströme, 1055 Mann Belegschaft in der stärkst belegten Schicht, 3600 cbm Wetter in der Minute).

Digitized by Google

a) unter Benutzung des vom Hauptventilator erzeugten Wetterstromes (des „Selbstzuges") die Bewetterung:
   1. mittels Begleitstreckenbetriebes,
   2. mittels Wetterscheider,
   3. mittels Breitauffahren und Wetterröschen,
   4. mittels Lutten; und
b) unter Benutzung selbständig angetriebener Bewetterungseinrichtungen:
   5. die Sonderbewetterung.

1. Der Begleitstreckenbetrieb.

167. — Wesen und Durchführung. Der Begleitstreckenbetrieb besteht darin, daß man eine einzelne Strecke nicht für sich allein, sondern in Begleitung einer Parallelstrecke ins Feld treibt, so daß dann die Begleitstrecke als Wetterabzugstrecke benutzt werden kann. Man gibt den beiden gleichlaufenden Strecken eine Entfernung von 10—20 m voneinander und verbindet sie alle 15—20 m durch Durchhiebe. Von diesen ist stets nur der letzte für den Wetterdurchzug offen, während die rückwärts belegenen sorgfältig durch Wetterdämme verschlossen werden (Abb. 512). Auf Schlagwettergruben sind die aufwärts getriebenen Wetterdurchhiebe wie alle schwebenden Betriebe besonders wettergefährlich, aber in der Herstellung billiger als die abwärts getriebenen. Der Wetterdamm muß in diesem Falle zur Verhütung von Schlagwetteransammlungen am tiefsten Punkte des Durchhiebes aufgestellt werden.

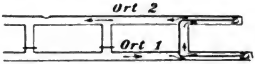


Abb. 512. Begleitstreckenbetrieb.

Die Wetter gelangen aber auf solche Weise in beiden Streckenbetrieben nicht unmittelbar vor Ort. Bisweilen kann nun allerdings für die Bewetterung der entstehenden Sackgassen die Diffusion genügen. Zumeist aber und namentlich in Schlagwettergruben wird sie nicht ausreichen, so daß die in Abb. 512 gezeichneten Hilfswetterscheider eingebaut werden müssen. Sie werden annähernd bis vor Ort und, wenn ein Durchhieb im Aufhauen begriffen ist, auch in diesen geführt.

Unter Umständen, namentlich zur Vorrichtung des Pfeilerabbaues, muß man mehrere parallele Strecken gleichzeitig auffahren. Alsdann werden die einzelnen Durchhiebe gegeneinander versetzt, wodurch deren Entfernung voneinander auf das Doppelte erhöht werden kann (s. Abb. 318, S. 329).

168. — Vor- und Nachteile. Die Bewetterung mittels Begleitstreckenbetriebes ist namentlich für solche Fälle angebracht, wo es nicht auf besondere Beschleunigung der Arbeit ankommt und wo die zweite Strecke aus Betriebsrücksichten ohnehin aufgefahren werden muß (Bremsberg und Fahrüberhauen, Förder- und Sumpfquerschlag, Abbaustrecken). Im übrigen wird das Verfahren nur anwendbar sein, wenn die Strecken auf der Lagerstätte selbst aufgefahren werden, so daß der Streckenbetrieb durch das Fallen nutzbarer Mineralien sich in etwa bezahlt macht. Andernfalls würden die Kosten unverhältnismäßig hoch werden. Diese sind ohnehin sehr erheblich. Denn die gesamte aufzufahrende Streckenlänge wird durch die Begleitstrecke

Digitized by Google

nicht nur verdoppelt, sondern steigt infolge der Notwendigkeit der Durchhiebe leicht auf das Zweieinhalb- bis Dreifache. Im selben Maße steigen auch die Streckenunterhaltungskosten.

Als Nachteil des Begleitstreckenbetriebes ist ferner geltend zu machen, daß das Gebirge unruhig und druckhaft und die Kohle infolge des Drucks und der Entgasung minderwertig wird. Auch die Grubengasentwicklung ist naturgemäß stärker, weil eine viel größere Kohlenoberfläche bloßgelegt wird. Die gefahrlose Abführung der Schlagwetter ist aber während der Aus- und Vorrichtungsarbeiten viel schwieriger als später, wenn nach erfolgtem Durchschlage der Abbau beginnt.

Anderseits ist nicht zu verkennen, daß man mit Hilfe von Parallelstrecken von genügendem Querschnitte große Wettermengen unter Aufwand einer geringen Depression weit ins Feld führen kann. Dabei ist die Wetterführung einfach und bedarf keiner eingehenden Überwachung.

2. Bewetterung von Strecken mittels Wetterscheider.

169. — Bedeutung und Anwendbarkeit der Wetterscheider. Die Wetterscheider bestehen aus einer dichten Wand, die die Strecke in zwei

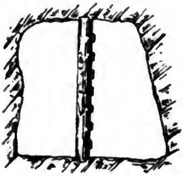


Abb. 513. Hölzerner Wetterscheider mit Überdeckung der Fugen durch Leisten.

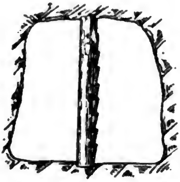


Abb 514. Hölzerner Wetterscheider in Schuppenanordnung.

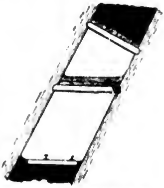


Abb. 515. Wagerechter Wetterscheider.

voneinander geschiedene Wetterwege trennt. Der eine Weg dient für die frischen, der andere für die abziehenden Wetter.

Wetterscheider werden in verschiedenem Baustoff und in verschiedener Art ausgeführt.

Hölzerne Scheider werden so hergestellt, daß man Bretter entweder stumpf aneinanderstoßend (Abb. 513) oder in Schuppenanordnung (Abb. 514) an einer Stempelreihe festnagelt. In ersterem Falle greifen die Bretter mit Nut und Feder ineinander, oder die Fugen werden mit Leisten übernagelt. Solche Scheider beanspruchen einen geringen Raum und sind einfach herzustellen, aber wenig dicht. Ist das Gebirge druckhaft, so wird zweckmäßig eine Bretterlage durch Segeltuch ersetzt. Undichtigkeiten kann man bei diesen Scheidern leicht dadurch erkennen, daß man sie auf der einen Seite mit heller Lampe ableuchten läßt, während man die Strecke auf der anderen Seite mit abgeblendeter Lampe befährt. Bei größeren Ansprüchen an die Dichtigkeit nagelt man auf jede Seite der Stempelreihe eine Bretterlage und füllt den Zwischenraum durch Sand, Letten und

Digitized by Google

Kohlenklein aus. Voraussichtlich wird sich für diesen Zweck auch das neue Zementspritzverfahren der Torkret G. m. b. H., Berlin W 9, mittels dessen man die Bretterwand mit einer dünnen, festen Zementhaut überziehen kann, bewähren. Wagerechte Scheider aus Holzbrettern können mit einer Lettenschicht (Abb. 515) bedeckt werden.

Häufig gebraucht wird das Wetterleinen (Wettertuch). Die einzelnen Streifen müssen so übereinander gelegt werden, daß der Luftstrom nicht in

Abb. 516. Anordnung der Wetterleinenstreifen in einem Wetterscheider.

Abb. 517. Anschluß eines Wetterscheiders aus Wetterleinen an das Hangende.

den verbleibenden Spalt hineinbläst (Abb. 516). Das Leinen wird gewöhnlich an einem an die Kappen genagelten Brette befestigt. Der Zwischenraum zwischen Brett und Firste kann vermauert (Abb. 517) oder durch angenagelte, der Firste angepaßte Brettstückchen verschlossen werden. Ähnlich sind auch Wetterscheider aus Pappe.

Die Wetterscheider aus Leinen und Pappe sind einfach und billig herzustellen, sind aber wegen der unvermeidlichen Undichtigkeiten nur für kürzere Entfernungen (bis etwa 50 m) brauchbar.

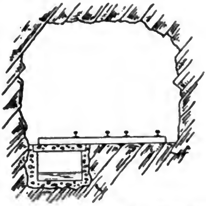


Abb. 518. Abgedeckte Wasserrösche als Wetterscheider.

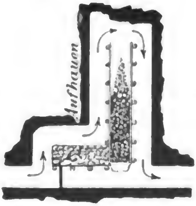


Abb. 519. Kohlenrollkasten als Wetterscheider.

Für lange Strecken sind in erster Linie die gemauerten Wetterscheider geeignet. Sie finden häufig beim Auffahren von Querschlägen Anwendung. Die Stärke der Mauer beträgt ½—1½ Stein. Bei nur ½ Stein starker Wand pflegt man alle 6—10 m Verstärkungspfeiler aufzuführen. Bei Gebirgsdruck mauert man einige Bretterlagen aus weichem Holze ein. Das Mauerwerk muß auf beiden Seiten gut berappt sein. Trotz sorgfältiger Ausführung sind die Wetterverluste in der Regel nicht unerheblich und betragen bei ½ Stein starker Mauerung etwa 10—20 % der ursprünglichen Wettermenge auf je 100 m. Bei mehr als 500 m Streckenlänge ist es zweckmäßig, eine 1 Stein starke Mauerung zu wählen, wodurch die Verluste etwa auf die Hälfte sinken. Bei Entfernungen über 1000 m sollte man die Mauerung 1½ Stein stark aufführen.

Digitized by Google

Für einen ½ Stein starken Wetterscheider von 500 m Länge sind z. B. die gesamten Wetterverluste auf 78 %[1]) und für einen 1½ Stein starken Scheider von 1650 m Länge die Verluste auf 70 %[2]) ermittelt worden.

Wetterscheider besonderer Art unter Ausnutzung vorhandener Einrichtungen zeigen die Abbildungen 518 u. 519. Nach Abb. 518 ist die mit Zement ausgekleidete Wasserrösche durch Abdecken mit Betonplatten für die Wetterführung benutzt worden, während nach Abb. 519 ein Kohlenrollkasten in einem Überhauen als Wetterscheider dient.

3. Bewetterung von Strecken mittels Breitauffahren.

170. — Breitauffahren und Wetterröschen. Das Breitauffahren und seine Vorteile sind bereits im 4. Abschnitt auf S. 314 u. f. eingehend besprochen worden. Für die Wetterführung wird das Verfahren namentlich für kürzere Entfernungen gern ausgenutzt. Zu diesem Zwecke werden, wie hier wiederholt sein mag, die Strecken — es kommen hauptsächlich Grundstrecken oder Bremsbergaufhauen in Frage — in einer Breite von 8—15 m aufgefahren, um teilweise wieder versetzt zu werden. In dem Versatz oder zwischen dem Versatz und dem festen Stoß werden, wie dies die Abbildungen 520 u. 521 andeuten, die für den sonstigen Betrieb und die Wetterführung erforderlichen Wege ausgespart.

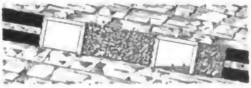


Abb. 520. Wetterrösche bei flacher Lagerung.

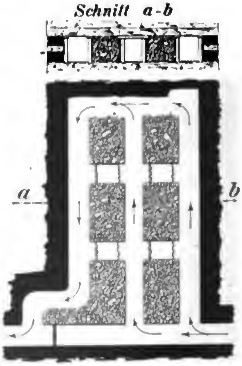


Abb. 521. Wetterröschen in einem Bremsbergaufhauen.

Soweit sie lediglich der Wetterführung dienen, heißen sie Wetterröschen. Eine solche Bewetterung ist einfach, bequem und billig.

Den zwischen dem ein- und ausziehenden Strome befindlichen Bergeversatz nennt man wohl Damm. Seine Dichtigkeit hängt von der Sorgfalt, mit der er aufgeführt ist, ab und nimmt außerdem zu mit der Feinheit des Versatzgutes, der Breite des Versatzes und dem Einfallwinkel. Zur Erhöhung der Dichtigkeit berappt man den Versatz mit Mörtel oder verzieht ihn mit Wetterleinen.

Derartige Bewetterungen sind vielfach auf 50—100 m, in einzelnen Fällen sogar bis auf 200 m, mit Erfolg benutzt worden.

[1]) Festschr. z. VI. Allgem. Deutsch. Bergmannstag 1895, S. 50.

[2]) Petit: L'aérage des travaux préparatoires, (Saint-Étienne, Thomas & Co.), 1900, S. 340.

4. Bewetterung von Strecken mittels Lutten mit Selbstzug.

171. — Anwendung der Lutten für die Bewetterung mit Selbstzug. Die Luttenbewetterung mit Selbstzug besteht darin, daß in den vom Hauptventilator bewegten Wetterstrom im Anschluß an Wettertüren Luttenleitungen als Wetterwege eingeschaltet werden, die der Strom durchstreichen muß. Die Abb. 522 zeigt, wie auf verschiedene Weise zwei gleichzeitig vorangetriebene Strecken,

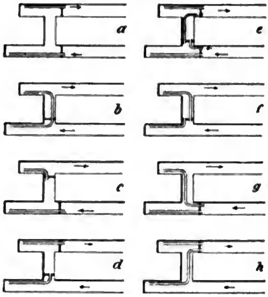


Abb. 522. Luttenbewetterung mit Selbstzug in verschiedener Anordnung.

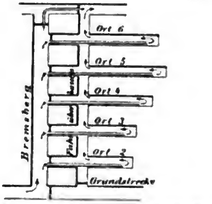


Abb. 523. Meißnersche Bewetterung von Abbaustrecken.

auch Überhauen oder Schächte, bewettert werden können. Nach Abb. 522*a* und *b* wirkt die eine Lutte saugend und die andere blasend, nach Abb. 522*c* wirken beide Lutten blasend und nach Abb. 522*d* saugend. In den Abbildungen 522*e*—*h* ist für die beiden Streckenbetriebe gleichzeitig eine Teilung des Wetterstromes vorgenommen; außerdem ergeben sich auch hier wieder die Verschiedenheiten je nach der saugenden und blasenden Wirkung. Für die Wahl der einen oder anderen Anordnung ist häufig entscheidend, an welchem Punkte die Wettertüren namentlich im Hinblick auf die Förderung am bequemsten aufzustellen sind. Wie man aus der Abb. 522 ersieht, stehen in dieser Beziehung alle Möglichkeiten offen.

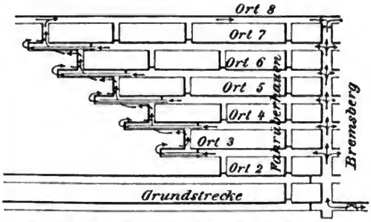


Abb. 524. Bewetterung von Abbaustrecken mit Lutten und Durchhieben.

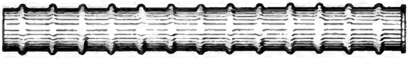
Eine eigenartige Anwendung können Lutten bei der von Meißner angegebenen Bewetterung von Abbaustrecken finden, die ohne Durchhiebe ins Feld getrieben werden (Abb. 523). Der frische Strom steigt im Bremsberge hoch und verteilt sich von hier auf die einzelnen Abbaustrecken in ebensoviel Teilströmen, während die verbrauchten Wetter durch das Fahr-

überhauen abziehen. Auch das obere Ende des Bremsberges wird durch eine besondere Lutte bewettert. Auf diese Weise stehen nach der Abbildung dem Strome sechs Parallelwege zur Verfügung, so daß kaum eine Drosselung eintritt. Außerdem bekommt jeder Betriebspunkt einen frischen Teilstrom, während sonst beim Auffahren von Abbaustrecken die oberen Betriebspunkte schon mehr oder weniger erwärmte und verschlechterte Wetter zu erhalten pflegen. Schließlich fällt auch der in anderen Fällen erforderliche, für die Förderung lästige Verschluß am Fuße des Bremsberges fort.

Ähnlich ist die in Abb. 524 dargestellte Bewetterung einer Gruppe von Abbaustrecken. Jedoch ist hier auf Durchhiebe nicht gänzlich verzichtet. Die Wettertüren werden vor jeden vorletzten Durchhieb gestellt und daran die Luttenleitungen angeschlossen, während die verbrauchten Wetter durch die letzten Durchhiebe nach oben abziehen. Bei dieser Art

a

b



c

Abb. 525. Wetterlutten aus Wellblech, mit Einzelrippen und mit Wulstumwindungen.

der Bewetterung hat man ebenfalls die Vorteile der weitgehenden Teilung des Wetterstromes; die Abbaustrecken bilden aber nicht so lange Sackgassen, die im Falle eines Streckenbruches die Mannschaft gefährden, wie bei der ursprünglichen Meißnerschen Bewetterung.

172. — Blechlutten. Es gibt Lutten aus Eisen- und solche aus Zinkblech. Die ersteren sind, damit sie dem Roste und sauren Wassern besser widerstehen, gewöhnlich verzinkt. Die Blechstärke beträgt 1—1½ mm für enge Lutten (mit 25—35 cm Durchmesser) und 1½—2 mm für weite Lutten (mit 40—70 cm Durchmesser). Die Lutten aus Zinkblech sind teurer und nicht so widerstandsfähig wie gleich starke eiserne Lutten. Sie behalten aber nach Unbrauchbarwerden ihren verhältnismäßig hohen Metallwert, während demgegenüber der Schrotwert bei Eisenblechlutten gering ist.

Die Widerstandsfähigkeit der Lutten wird durch Wellrohrform (Abb. 525 *a*) ganz bedeutend erhöht. Insbesondere werden Zinkblechlutten häufig aus gewellten Blechen gefertigt. Leider lassen Wellblechlutten wegen der größeren Reibung, die der Luftstrom findet, sehr viel weniger Wetter durch. Nach den Versuchen von Uthemann[1]) wurden durch zwei gleich lange

[1]) Bericht über den VI. Allgem. Deutschen Bergmannstag in Hannover, 1895, S. 52.

Digitized by Google

Luttenleitungen von 105 m Länge und 35 cm lichter Weite mittels eines Ventilators die folgenden Wettermengen in einer Minute gesaugt:

bei einer Depression von mm Wassersäule	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
durch glatte Lutten: cbm	16,0	27,3	34,9	41,6	46,4	50,7	55,0	61,0	62,8	66,0
durch Wellblechlutten: „	11,1	14,4	19,0	20,7	23,4	26,4	28,1	30,1	33,1	34,8

Die Wellblechlutten besitzen einen drei bis viermal so hohen Widerstand wie glatte und lassen daher nur etwa die halbe Wettermenge durch.

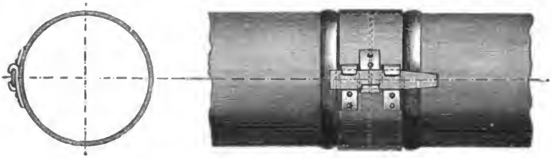


Abb. 526. Luttenverbindung mit Bandverschluß von Wirtz.

Lutten mit einzelnen Rippen (Abb. 525*b*) nehmen eine Mittelstellung zwischen glatten und gewellten Lutten ein. Glatte Lutten mit Wulstumwindungen (Abb. 525*c*) sollen die Vorzüge beider Luttenarten miteinander verbinden, die Wulste springen aber leicht ab.

Die Blechlutten werden in 2 m langen Stücken angeliefert und in der Grube zusammengebaut. In ganz geraden Strecken benutzt man auch wohl Stücke von 4 m Länge.

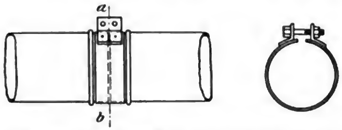


Abb. 527. Luttenverbindung mit Bandverschluß von Würfel & Neuhaus.

173. — Die Verbindung der Blechlutten und die Wetterverluste. Die Wetterdichtigkeit neuer Lutten hängt allein von den Luttenverbindungen ab.

Ursprünglich waren die sog. Muffenverbindungen die Regel. Bei diesen steckt man das eine, etwas zusammengezogene Ende der einen Lutte in eine schwach konische Erweiterung der nächsten. Die Verbindungstelle wird mit einer Kittmischung verschmiert. Eine geeignete Mischung für solche Schmiermasse, die nicht hart und nicht rissig wird, setzt sich zusammen aus 2 Teilen Kolophonium, 5 Teilen Talg und 4 Teilen Kreide. Die Wetterverluste sind bei den Muffenverbindungen auch bei sorgfältiger Dichtung und dauernder Überwachung der Luttenleitung bedeutend und steigen bis auf 25—40 % je 100 m Leitungslänge. Das Auswechseln einzelner beschädigter Lutten in einer längeren Leitung ist wegen der erforderlichen Längsverschiebung der Leitung unbequem.

Eine große Verbreitung hat die Bandverbindung gefunden, die zuerst von Wirtz in Schalke eingeführt wurde und jetzt in den verschiedensten

Digitized by Google

Ausführungsformen in Gebrauch steht. Bei dem Bandverschlusse stoßen die stets gleich weiten Luttenenden stumpf voreinander. Die Enden werden durch ein herumgelegtes, mit Segeltuch gefüttertes, federndes Eisenblechband miteinander verbunden, das durch Keile, Hebel oder Schrauben angezogen werden kann. Die Abbildungen 526 u. 527 zeigen Bandverbindungen mit Keil- und Schraubenanzug.

Die erzielbare Dichtigkeit ist wesentlich größer als bei den Muffenverbindungen, obwohl die Wetterverluste immer noch bedeutend sind. Sie betrugen nach einer im Betriebe erfolgten Feststellung von Uthemann z. B. bei einer 500 m langen Luttenleitung 76 %, so daß auf je 100 m durchschnittlich 15 % entfielen.

Im übrigen sind die Bandverbindungen beim Einbau und Auswechseln der Lutten handlich und bequem. Sie gestatten ebenso wie die Muffenverbindungen kleine Richtungsänderungen, so daß die Luttenleitungen sanfteren Streckenkrümmungen ohne Einschieben besonderer Stücke folgen können.

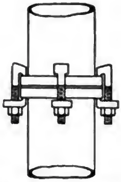


Abb. 528. Klauenverschluß von Würfel & Neuhaus.

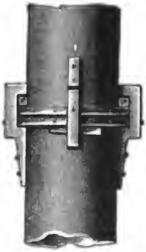


Abb. 529. Klammerverschluß von Würfel & Neuhaus. (Das obere Luttenende trägt eine Klammer, das untere deren drei.)

Die dichteste und haltbarste Luttenverbindung ist jedoch die mittels Bunden und Flanschen oder mittels Bunden und Klauen oder Klammern. Die Lutten tragen an den Enden einen abgedrehten Bund und werden nach Zwischenlegung eines Gummi- oder Pappringes mittels der lose aufsitzenden Flanschen (s. Abb. 530) ebenso wie Dampfleitungs- oder Berieselungsrohre zusammengeschraubt. Ohne Flanschen kann man die Bunde durch den Klauenverschluß (Abb. 528) von Würfel & Neuhaus zu Bochum sicher und fest zusammenziehen. Gut bewährt hat sich auch der Klammerverschluß (Abb. 529) derselben Firma. Bei diesem sind an den Luttenenden abwechselnd je eine bzw. drei Klammern mit übergreifenden Fängern als Widerlager befestigt. Durch Eintreiben von Holzkeilen werden die Bunde gegeneinander gepreßt.

Die Dichtigkeit der Bundlutten hängt von der Sorgfalt ab, mit der man die Verbindungen herstellt. Es hält nicht schwer, bei neuen Lutten eine fast völlig dichte Leitung zu erzielen. Auf Grube König im Saarrevier sind die Verluste nach Uthemann[1]) bei einer Leitungslänge von 565 m unter 10 % geblieben.

Die Bunde schützen auch die Enden vor Beschädigungen durch Stoß, so daß die Lutten dauerhafter sind und öfter verwandt werden können.

[1]) S. den auf S. 570 in Anm. [1]) angegebenen Bericht, S. 53.

Digitized by Google

Nachteile sind der höhere Preis der Lutten und der Umstand, daß sie nur ganz geradlinig verlegt werden können. Der letztere Nachteil kann jedoch dadurch vermieden werden, daß man einige, etwas schräg abgeschnittene Luttenstücke mit einbaut. Je nachdem man zwei solche Stücke aufeinander setzt, läuft die Leitung entweder geradlinig oder unter einem von dem Maße der Verdrehung abhängigen Winkel weiter (Abb. 530).

Lutten mit Bundverbindungen kommen bei bedeutenden Entfernungen in erster Linie in Betracht, weil man nur bei ihnen die Sicherheit hat, die beabsichtigte Wettermenge tatsächlich bis vor Ort zu bringen.

In stärkeren Streckenkrümmungen sind in die Luttenleitungen Krümmer einzuschalten, die am besten gleichmäßig gebogen sind. Da sich diese schwer herstellen lassen, lötet man sie in der Regel aus einzelnen geraden, aber schräg abgeschnittenen Stücken zusammen (Abb. 531).

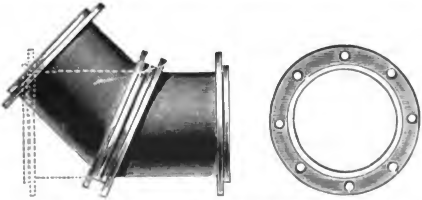


Abb. 530. Winkelstücke für Flanschenlutten (von Wirtz).

Abb. 531. Luttenkrümmer aus einzelnen zusammengelöteten, geraden Stücken bestehend.

174. — Wetterlutten aus Segelleinen. Wetterlutten aus Segelleinen werden in Durchmessern von 250—750 mm gefertigt und durch Stahlringe, die in Abständen von 300—400 mm eingenäht werden, versteift. Sie lassen sich zusammenfalten und so leicht aufbewahren und gut befördern; auch sind sie durch Aufhängen an den Kappen der Zimmerung leicht anzubringen, so daß sie schnell eingebaut werden können. Da sie aber dem Luftstrome wegen der Rauheit der Wände und des unregelmäßigen Querschnitts einen großen Widerstand bieten, sind sie nur für kurze Entfernungen geeignet. Wegen der leichten Verlegbarkeit werden sie namentlich als das letzte Ende einer längeren Leitung aus Blechlutten gern benutzt. Sie werden dann während der Arbeit bis unmittelbar vor Ort geführt, beim Schießen aber zurückgeschoben. Das Ende kann mit einer Zugvorrichtung ausgerüstet sein, die ein Vorziehen aus der Entfernung sofort nach dem Schießen gestattet.

175. — Papp- und Holzlutten. Die Firma Kruskopf in Dortmund liefert Lutten aus Pappstoff, die sich durch ihre Leichtigkeit auszeichnen (Leichtlutten). Löcher können durch aufgenagelte Lappen geflickt werden. Sie bewähren sich in trockenen Strecken, sind aber bei Feuchtigkeit nicht genügend widerstandfähig.

Holzlutten aus zusammengenagelten Brettern haben den Vorzug, daß sie auf jeder Grube schnell hergestellt werden können. Im übrigen sind sie aber schwer und unhandlich. Sie faulen leicht und besitzen einen für den

Digitized by Google

Wetterstrom ungünstigen Querschnitt und rauhe Wandungen, so daß sie auf größere Längen kaum gebraucht werden. Krümmer lassen sich bei ihnen nur scharfeckig herstellen. Immerhin verwendet man auf nordfranzösischen Gruben mit Vorteil hölzerne Lutten von sehr großem Querschnitt, nämlich von 1,5:0,75 und 1,0:0,75 m. Diese Lutten werden erst unter Tage aus den einzelnen Wandstücken zusammengebaut. Die angewandte Brettstärke ist 25 mm; die Bretter sind mit Nut und Feder zusammengefügt. Einzelne Verstärkungsleisten umfassen die gebildeten Kästen. Man erhält so sehr große Luttenquerschnitte, mittels deren man bei geringer Depression große Wettermengen weit ins Feld bringen kann. Für solche großen, kastenförmigen Lutten wird wenig druckhaftes Gebirge die Vorbedingung sein, weil sonst die Streckenquerschnitte nicht ausreichen.

176. — Blasende und saugende Luttenbewetterung. Bei jeder Luttenbewetterung — sowohl derjenigen mit Selbstzug, als derjenigen, die sich einer besonderen Kraftquelle zur Bewegung der Wetter bedient — unterscheidet man blasende oder saugende Bewetterung, je nachdem die Lutte die Wetter vor Ort bläst oder von dort absaugt (Abb. 532).

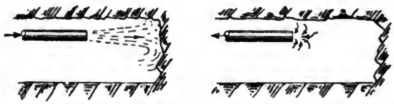


Abb. 532. Wirkung der blasenden und saugenden Luttenbewetterung.

Die blasende Bewetterung hat den großen Vorzug, daß der Arbeitspunkt kräftiger mit dem frischen Wetterstrome bespült und von Schlagwetteransammlungen befreit wird. Der aus den Lutten austretende Luftstrom hält zunächst ähnlich wie ein Wasserstrahl zusammen. Der Luftstrahl bläst bis vor Ort und vertreibt dort etwaige schädliche Gase, selbst wenn das Luttenende mehrere Meter, ja 8 oder 10 m weit zurückliegt. Anders ist dies bei der saugenden Bewetterung, wo sich die Saugwirkung nur in der unmittelbaren Nähe des Luttenendes bemerkbar macht. Einige Meter weiter sammeln sich vielleicht Schlagwetter an, die nahezu unbewegt stehen bleiben können.

Bei der Sonderbewetterung mit Luft- oder Wasserstrahldüse spricht noch zugunsten der blasenden Bewetterung, daß die kühlende Wirkung der sich entspannenden Preßluft oder des Wassers dem Betriebspunkte zugute kommt. Lutten mit Wärmeschutz (s. Ziff. 8, S. 444) arbeiten blasend.

Dagegen wird als Nachteil der blasenden Bewetterung geltend gemacht, daß vom Arbeitspunkte her die mit Grubengas angereicherte Luft durch die Strecke selbst wieder zurück muß und so auf der ganzen Streckenlänge unter Umständen gefährliche Verhältnisse schafft. Es kann dies namentlich bei schwebenden Strecken lästig sein, weil das leichte Grubengas schwer zum Abwärtsziehen zu bewegen ist und leicht hinter Kappen und an sonst vor dem Wetterzuge geschützten Stellen stehen bleibt. Diese Bedenken sind besonders dann zu beachten, wenn es sich um die Einleitung der Bewetterung eines aus irgendeinem Grunde völlig mit Grubengas erfüllten Ortes handelt. Hier ist also die saugende Bewetterung besser.

Digitized by Google

Auch in langen Querschlägen, in denen viel geschossen werden muß, wird häufig saugende Bewetterung vorgezogen, weil bei ihr die Sprenggase abgesaugt werden, während sie sich bei blasender Bewetterung über die ganze Querschlagslänge verteilen.

Im allgemeinen erscheint blasende Bewetterung zweckmäßiger; auch wird sie tatsächlich häufiger angewandt.

5. Sonderbewetterung.

177. — Vorbemerkung. Eine gewisse Sonderbewetterung ergibt sich bereits, wenn man aus den Preßluftleitungen zur Bewetterung eines Ortes Preßluft ausströmen läßt. Ein solches Verfahren kann wohl zur Unterstützung der gewöhnlichen Bewetterung sofort nach dem Schießen angebracht sein, damit die Belegschaft möglichst bald den Arbeitsort wieder betreten kann. Die dauernde Bewetterung durch Preßluft aber ist im höchsten Maße unwirtschaftlich und wird in ausreichender Weise in der Regel unmöglich sein. Läßt man nur 15 cbm minutlich ausblasen, so sind das stündlich bereits 900 cbm, deren Verdichtung mittels des Kompressors auf 5 Atm. eine Arbeitsleistung von 90—100 PS erfordert.

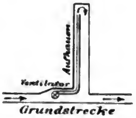


Abb. 533. Anschluß der Sonderbewetterung an den Hauptstrom.

178. — Wesen und Anordnung der Sonderbewetterung. Die übliche Art der Sonderbewetterung bedient sich der Lutten. Der Wetterzug in diesen wird aber nicht wie bei der Luttenbewetterung mit Selbstzug durch die in der Grube herrschenden Druckverhältnisse, also nicht durch den Hauptventilator, sondern durch örtliche, besondere Mittel erzeugt. Aus dem Hauptwetterstrome schaltet man nämlich einzelne, in der Regel mit schwierigen Widerstandsverhältnissen behaftete Teile aus, indem man für diese einen neuen Antrieb schafft.

Man kann zum Vergleiche etwa die Verhältnisse eines Flusses heranziehen, der ein benachbartes Wiesengelände bewässern soll. Zwei Wege kann man hierfür einschlagen: Entweder staut man den Fluß selbst bis zu einer Höhe an, daß er die Wiesen überschwemmt, oder aber man hebt durch ein besonderes Pumpwerk nur soviel Wasser aus dem Flusse auf die Höhe der zu bewässernden Grundstücke, wie gebraucht wird. Auch im Falle der Grubenbewetterung kann man die Depression oder Kompression soweit steigern, daß alle Teile des Grubengebäudes vom Hauptstrome bewettert werden. Häufig ist es aber richtiger, nicht den gesamten Wetterstrom anzustauen, sondern statt dessen für einen geringen Teil des Stromes den Unter- oder Überdruck künstlich zu erhöhen, indem man gleichsam als Pumpwerke die Sonderbewetterungseinrichtungen einbaut.

Da man hierbei keiner Stauwerke bedarf, entfällt die Notwendigkeit, Wetterdämme und Wettertüren vorzusehen, wie sie bei der Luttenbewetterung mit Selbstzug unbedingt notwendig sind. Nur dafür muß man Vorsorge treffen, daß die aus dem zu bewetternden Orte abströmenden Wetter sich nicht im Kreislaufe mit der von der Luttenleitung angesaugten Luft mischen können. Die Ansaugstelle muß im frischen Strome — genügend weit vor dem Austritt der verbrauchten Wetter — liegen (Abb. 533).

Digitized by Google

Daß durch die Sonderbewetterung der Wetterstrom verkürzt und entlastet wird, ist auch bereits auf S. 557 gesagt und ebenda durch Abb. 500 veranschaulicht.

Als Antriebskräfte für die Sonderbewetterung benutzt man Druckwasser, Preßluft, Elektrizität oder mangels solcher Kraftübertragungen auch Menschenkraft, als Vorrichtungen für die Erzeugung der Wetterbewegung selbst Strahldüsen oder Ventilatoren.

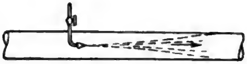


Abb. 534. Strahldüse in einer Lutte.

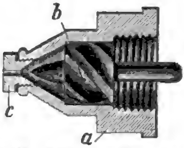


Abb. 535. Westfalia-Streudüse.

179. — **Strahldüsen.** Ausgezeichnet durch ihre Einfachheit sind die Strahldüsen für Druckwasser- und Preßluftbetrieb (Abb. 534), die aus einem zu einer kleinen Öffnung von 1—5 mm Durchmesser zusammengezogenen Gasröhrchen bestehen. Die teuren Rotgußdüsen sind seltener. Bei gleicher Leistungsfähigkeit kommt Preßluft als Betriebsmittel etwa 2½mal so teuer zu stehen wie Druckwasser[1]). Deshalb sind seit Einführung der Berieselung Wasserstrahldüsen zu einem ganz allgemein gebrauchten Hilfsmittel für die Sonderbewetterung geworden. — Empfehlenswert sind die das Wasser zerstäubenden Streudüsen der Westfalia A.-G. zu Gelsenkirchen (Abb. 535).

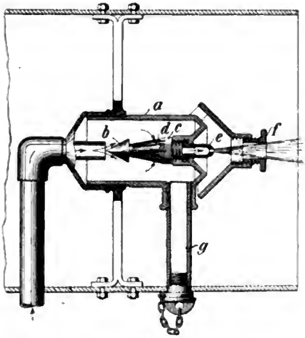


Abb 536.
Höingsche Strahldüse.

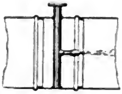
Für Druckluftbetrieb haben sich u. a. die Strahldüsen von Rud. Höing in Essen (Abb. 536) gut bewährt. Bei ihnen ist einer Verstopfung durch mitgerissene Rostteilchen dadurch vorgebeugt, daß die Preßluft zunächst in den erweiterten Hohlzylinder *a* tritt, wo Schmutzteilchen infolge Anpralls gegen den Kegel *b* und die Zylinderwände niederfallen. Sodann gelangt die Preßluft über sehr schmale, in den Hohlkegel *c* geschnittene Schlitze *d* zur Düse *e*, die aus gehärtetem Stahl besteht. Der eigentlichen Düse ist ein Stellring *f* vor-

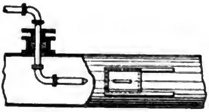
[1]) Glückauf 1901, Nr. 46, S. 993; Brandi: Beschreibung und Vergleich der im westfälischen Steinkohlenbergbau gebräuchlichsten Sonderbewetterungseinrichtungen.

Digitized by Google

geschaltet, der die günstigste Strahlwirkung einzustellen gestattet. *g* ist der Reinigungsstutzen.

Der Wirkungsgrad der Düsen hängt sehr davon ab, daß der Strahlkegel genau in der Luttenmitte und in der Achsrichtung austritt und nicht zu früh oder zu spät die Wandungen erreicht. Auf eine sorgsame Verlagerung des Strahlrohres an der Eintrittstelle in die Luttenleitung ist deshalb zu achten, auch auf eine gute Abdichtung und die Möglichkeit einer bequemen Beobach-





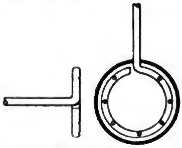


Abb. 537. Abb. 538. Zweckmäßige Verlagerungen des Strahlrohres in der Luttenleitung.

Abb. 539. Ringdüse.

tung ist Wert zu legen. Die Abbildungen 537 u. 538 zeigen empfehlenswerte Bauarten, deren Einzelheiten ohne weiteres verständlich sind.

Es gibt auch mehrstrahlige Düseneinrichtungen, von denen nur die auf Zeche Kaiserstuhl gebrauchte Ringdüse (Abb. 539) genannt sein mag. Die einzelnen Strahlen erhalten eine etwas nach der Mitte geneigte Richtung. Der Wasserverbrauch ist größer und die Wirkung kräftiger als bei der einfachen Strahldüse.

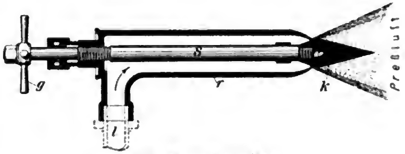


Abb. 540. Mantel-Strahldüse.

Der Wirkungsgrad dieser einfachen Strahldüsen ist allerdings niedrig und wird kaum mehr als 4—7 % betragen. Dafür sind aber Anlage- und Unterhaltungskosten sehr gering. Die erzielbaren Depressionen oder Kompressionen betragen in Lutten von 300—400 mm Durchmesser 2—10 mm Wassersäule.

Einen etwas besseren Wirkungsgrad besitzen die sog. Mantel-Strahldüsen, die auf Zeche Concordia zuerst eingeführt wurden (Abb. 540). Das Mundstück der Düse *r* ist durch einen Doppelkegel *k* verschlossen. Durch Drehung der Spindel *s* mittels des Griffes *g* kann ein ringförmiger, feiner Austrittspalt eingestellt werden, durch den die bei *l* eintretende Preßluft der Fläche des Verschlußkegels entsprechend in Kegelmantelform austritt. Bei dieser Düse kommt die sonst im Innern eines gewöhnlichen Preßluftstrahles austretende, unwirksame Luftmenge in Fortfall, so daß sich eine höhere Leistung ergibt[1]).

[1]) Glückauf 1912, Nr. 32, S. 1277; Dobbelstein: Versuche mit Druckluftstrahlapparaten usw.

Digitized by Google

Um bei längeren Leitungen größere Über- und Unterdrücke erzeugen zu können, kann man sich besonders hergestellter Strahlgebläse von Gebrüder Körting zu Hannover bedienen, bei denen durch den Einbau von Leitdüsen eine Wirbelbildung der mitgerissenen Luft vermieden werden soll (siehe auch Abb. 480 auf S. 541). Eine vereinfachte Form zeigt Abb. 541[1]). Das Luttenpaßstück *a* ist auf beiden Seiten durch die Blindflanschen *b* und *c* abgeschlossen, die in entsprechenden Ausdrehungen die als Diffusoren wirkenden, doppelkegelförmigen Rohre *d* tragen. Auf der einen Seite des Luttenpaßstückes ist das zweite Paßstück *e* angeschraubt, das die Druckmittelzuführung *f* mit der Ringleitung *g* und die der Diffusorenanordnung entsprechend verteilten Düsen *h* enthält. Die Stützen *i* halten die Ringleitung in der richtigen Lage.

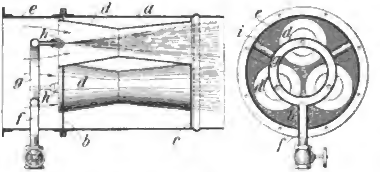


Abb. 541.
Dreifaches Strahlgebläse mit Diffusoren-Anordnung.

Einfacher ist es, zur Erzielung größerer Drücke in gewissen Abständen voneinander mehrere gewöhnliche oder Mantel-Strahldüsen in die Luttenleitung einzubauen. Auf diese Weise gelingt es häufig, mit einfachen Düsen die erforderliche Wettermenge 1000 m und weiter durch die Luttenleitung zu treiben. Dabei kann man sich allerdings, wenn die Lutten nicht dicht sind, leicht über die tatsächlich bis vor Ort gebrachte Menge frischer Wetter täuschen. Eine jede Düse erzeugt in der Leitung vor sich einen Über- und hinter sich einen Unterdruck (Abb. 542). In denjenigen Teilen der Leitung, wo Überdruck herrscht, wird durch etwaige Undichtigkeiten der Luttenverbindungen Luft nach

Abb. 542. Wirkung mehrerer Strahldüsen in einer langen Luttenleitung.

außen treten, während die Leitung da, wo Unterdruck vorhanden ist, Luft aus der Strecke ansaugen wird. Auf diese Weise kann also eine der Luftmenge nach reichlich erscheinende Bewetterung wegen der Beschaffenheit der Wetter unzulänglich sein, da je nach der Größe der vorhandenen Undichtigkeiten mehr oder weniger große Mengen bereits verbrauchter Wetter wieder vor Ort gelangen können.

180. — Luttenventilatoren. An Stelle der Strahldüsen wendet man, wenn größere Wettermengen durch längere Luttenleitungen befördert werden sollen, die sog. Luttenventilatoren an. Es sind dies Ventilatoren mit einem der Luttenweite etwa entsprechenden Durchmesser, die mit ihrem elektrischen oder Preßluftantrieb unmittelbar in der Luttenleitung selbst

[1]) Glückauf 1922, Nr. 34, S. 1025 u. f.; Berckhoff: Die Sonderbewetterung mit Strahlgebläsen.

untergebracht werden. Meist benutzt man als Ventilatoren Schraubenräder (s. Ziff. 121), die einfach (Abb. 543) oder doppelt (Abb. 544) vorhanden sein können und in letzterem Falle beiderseits des antreibenden Motors angeordnet werden. Zum Geraderichten des Luftstromes können Leitbleche *c* (Abb. 544) eingebaut sein. Abb. 545 zeigt im Quer- und Längsschnitt den Luttenventilator der Westfalia A. G. zu Gelsenkirchen, der die Eigentümlichkeit besitzt, daß dem Schraubenrade *a* eine in der Luttenleitung fest angebrachte, die Nabe und den Motor deckende Haube *b* mit Leitblechen *c* vorgeschaltet ist. Die Schaulinien in Abb. 546 geben die damit erzielbaren Wetterleistungen, Druckhöhen, (Depressionen oder Kompressionen) und ferner den jeweiligen Preßluftverbrauch nach Feststellungen der liefernden Firma an.

Abb. 543. Luttenventilator mit Preßluftantrieb von H. Korfmann in Witten.

An dieser Stelle sei auch auf das schon in Ziff. 121 S. 524 erwähnte Schlottergebläse, das hauptsächlich als Luttenventilator benutzt wird, nochmals hingewiesen.

Die A. E.-G. benutzt als Luttenventilatoren sehr gedrängt gebaute Schleuderräder (Abb. 547), bei denen der Luftstrom durch den Einlauf-

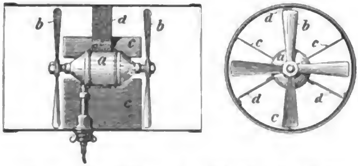


Abb. 544. Luttenventilator mit elektrischem Antrieb.

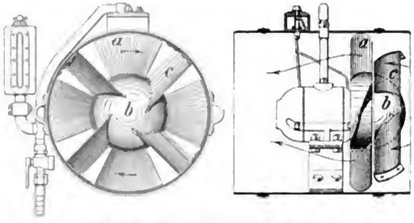


Abb. 545. Westfalia-Luttenventilator.

kegel *a* um 90° abgelenkt, sodann von den kurzen Schaufeln *b* erfaßt und herumgeschleudert wird und über den spiraligen Auslaufraum *c* und den

sichelförmigen Ausschnitt *d* in der Seitenwand *e* in die Lutte übertritt. Diese von der A. E.-G. als Achsialgebläse bezeichneten Ventilatoren besitzen gegenüber den Schraubenrädern den Vorteil, daß sie höhere Drücke zu er-

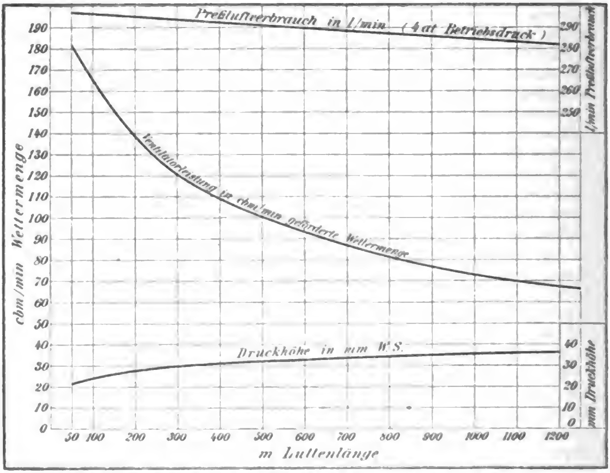


Abb. 546. Preßluftverbrauch, Wetterleistungen und Druckhöhen des Westfalia-Luttenventilators.

zeugen vermögen und einen besseren Wirkungsgrad besitzen, während sie ihnen im übrigen an Einfachheit nachstehen.

Insoweit elektrischer Strom zur Verfügung steht, wird man als Antrieb den Elektromotor bevorzugen. Für Preßluftantrieb benutzt man mit gutem Erfolge Drehkolbenmaschinen etwa in der Art, wie sie auf S. 166 beschrieben und durch Abb. 159 erläutert sind. Gegenüber den Elektromotoren besitzen sie den Vorteil, daß sie auf den Wetterstrom kühlend wirken. Die Einfachheit des Einbaues und der den Strahldüsen überlegene Wirkungsgrad haben die Luttenventilatoren schnell beliebt gemacht. Freilich bedürfen die ständig ohne besondere Wartung laufenden Motoren sorgsamer Aufsicht und Pflege.

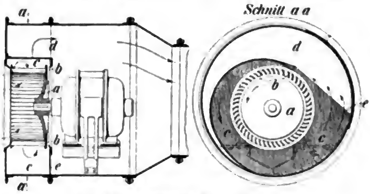


Abb 547. Achsialgebläse der A. E.-G.

181. — Streckenventilatoren. Die außerhalb der Luttenleitung in der Strecke fest aufgestellten Schleuderräder, die mit Hand, mit Druckwasser, Preßluft oder auch elektrisch angetrieben werden können, pflegt man als Streckenventilatoren zu bezeichnen. Sie sind nach Art der Zentrifugalventilatoren (s. Ziff. 122) gebaut, und es gelten für sie die gleichen Gesetze und Regeln. Der gesamte Wirkungsgrad wird allerdings nur auf etwa 30—50% einzuschätzen sein. Die von solchen Ventilatoren erzeugten Unter- oder Überdrücke steigen bis 100 mm Wassersäule und darüber.

Abb. 548. Streckenventilator mit Preßluft-Zylindermaschine von Frölich & Klüpfel.

Der Antrieb des Ventilators mit Hand ist teuer und unzuverlässig und sollte nur unter Bedingungen, die eine regelmäßige Bedienung möglichst sicherstellen, gestattet werden.

Kann man Druckwasser benutzen, so verwendet man zum Antriebe kleine Turbinen oder Peltonräder. Für Preßluft gebraucht man kleine Zylindermaschinen, während ein elektrisches Stromnetz die Verwendung von Elektromotoren gestattet. Der Umdrehungszahl des Ventilators mit etwa 750—1000 in der Minute passen sich am besten Elektromotoren und Turbinen oder Peltonräder an, weshalb diese unmittelbar gekuppelt sein können. Die Umdrehungszahl einer Preßluftzylindermaschine mit 200—300 minutlich pflegt für den Ventilator zu niedrig zu sein, so daß man gewöhnlich Kraftübertragungen ins Schnelle anwendet.

Die Abbildungen 548 und 549 zeigen in der Ansicht Streckenventilatoren mit verschiedenem Antrieb.

Abb. 549. Streckenventilator mit Elektromotor von Frölich & Klüpfel.

182. — Sonderbewetterung der Aufbrüche. Schwieriger als bei Streckenbetrieben liegen die Bewetterungsverhältnisse bei seigeren Aufbrüchen. Die Anwendung des Begleitortbetriebes und des Breitauffahrens kommt hier nicht in Frage. Wetterscheider sind möglich, aber teuer und wegen der Notwendigkeit, den Durchgangstrom umzuleiten, schwierig herzustellen. Es bleibt also in der Regel nur die Sonderbewetterung als Hilfs-

Digitized by Google

mittel übrig. An ihre Leistungsfähigkeit werden aber besonders hohe Anforderungen gestellt. Die wegen der Notwendigkeit zahlreicher schwerer Schüsse in großer Menge entstehenden, heißen Sprenggase müssen abwärts abgesaugt werden; beim Antreffen von Flözen sind außerdem das Auftreten von Schlagwettern und die Bildung von Kohlenstaub eine häufige Erscheinung. Auch in steilen Aufhauen treten diese Schwierigkeiten, wenn auch in vermindertem Maße, auf.

Wo es angängig ist, sucht man durch Vorbohren (s. S. 126 u. f., Ziff. 57—61) die Wetterführung zu erleichtern. Im übrigen richtet man die Sonderbewette-

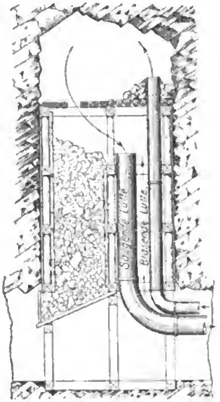


Abb. 550. Saugende und blasende Luttenbewetterung in einem Aufbruche.

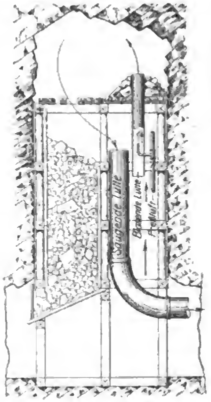


Abb. 551. Saugende Luttenbewetterung mit blasendem Luttenstück in einem Aufbruche.

rung vielfach unter Anwendung von zwei Luttensträngen nach Abb. 550 zugleich saugend und blasend ein, wobei die saugende Bewetterung stärker als die blasende ist, damit nicht allein die blasend zugeführten, sondern auch die im Aufbruchquerschnitt aufsteigenden Wetter nebst den Sprenggasen und etwaigen Schlagwettern abgesaugt werden können. Man sucht also die Vorteile der saugenden und der blasenden Bewetterung zu vereinen. Auf dichte Luttenverbindungen ist in solchen Fällen besonders zu achten. Unter Umständen kann an Stelle des blasenden Luttenstranges ein kürzeres Luttenstück mit Düse (Abb. 551) genügen. Namentlich bei beengten räumlichen Verhältnissen macht man hiervon gern Gebrauch.

183. — Rückblick und Schlußbetrachtung. Da für genauere Vergleichsversuche mit Preßluft-Strahldüsen der Begriff des mechanischen Wirkungsgrades (s. Ziff. 132) nicht verwendbar ist, weil die der Düse zugeführte Arbeit nicht einfach in mkg ausgedrückt werden kann, hat man vor-

Digitized by Google

geschlagen[1]), zum Vergleiche von Preßluft-Strahldüsen unter sich und mit Druckluftmotoren von dem isothermischen Arbeitsvermögen der verbrauchten Druckluft auszugehen, das deren Arbeitsinhalt angibt, wenn sie vollständig und ohne Abkühlung sich entspannt. Danach benennt man das Verhältnis der Bewetterungsarbeit (*V. h*) zum isothermischen Arbeitsvermögen der jeweilig verbrauchten Druckluft den isothermischen Wirkungsgrad. Dieser liegt bei Strahldüsen und Druckluftmotoren für die Sonderbewetterung infolge der unwirtschaftlichen Arbeitsweise der Druckluft sehr tief, etwa zwischen 5 und 12%. Der zeichnerische Verlauf der Kurve entspricht grundsätzlich demjenigen der Kurven des mechanischen Wirkungsgrades.

Einen ungefähren Überblick über die Leistungen der Strahldüsen und Streckenventilatoren im Verhältnis zueinander mag die folgende Zusammenstellung geben[1]).

	Mittlerer Preßluft-Überdruck at	Preßluft-verbrauch l/min	Luttenlänge bei dem Versuche m	Wettermenge cbm/min	Isothermischer Wirkungsgrad %
Mantel-Strahldüse .	3,19	22,23	6,5	97,6	5,4
Körtings Strahlgebläse	3,00	18,6	6,5	106,93	8,0
Streckenventilator von Korfmann .	3,03	16,8	6,5	120,1	11,3
Streckenventilator von Frölich & Klüpfel	3,07	16,7	6,5	116,2	11,4

Wo Preßluft oder Druckwasser vorhanden ist, wird die Sonderbewetterung gewöhnlich billiger als der Betrieb mit Wetterscheidern oder Begleitstrecken zu stehen kommen. Uthemann[2]) hat berechnet, daß die Betriebs- und Unterhaltungskosten einer Luttenbewetterung auf Grube Reden bei Saarbrücken 1 m der aufzufahrenden Strecke bei angeschlossenem Sonderventilator mit durchschnittlich 4 ℳ, bei Verwendung einer Strahldüse mit Druckwasserbetrieb mit durchschnittlich nur 2 ℳ belasteten, während er den Betrieb mit Wetterscheidern auf rund 10 ℳ und den Begleitstreckenbetrieb auf 10—30 ℳ je m veranschlagt. Die Sonderbewetterung erleichtert die Hauptbewetterung der Grube und entlastet den Ventilator. Dabei vermeidet sie die Nachteile, die dem Begleitstreckenbetriebe anhaften, beschleunigt insbesondere den Ortsbetrieb und führt schneller und sicherer zum Ziele. Außerdem macht sie die für die Luttenbewetterung mit Selbstzug erforderlichen, die Förderung behindernden und sorgfältig zu überwachenden Wettertüren entbehrlich.

6. Besondere Hilfsmittel bei der Bewetterung der Betriebe.

184. — Einzelne Anordnungen. Zur Beschleunigung des Wetterzuges läßt man wohl in der Strecke Preßluft- oder Druckwasserstrahldüsen

[1]) Glückauf 1922, Nr. 3, S. 77; Pocher: Leistungsfähigkeit von Düsen und Luttenventilatoren.

[2]) S. den auf S. 570 in Anm. [1]) angegebenen Bericht.

Digitized by Google

unmittelbar in der Stromrichtung ausblasen. Man sucht auch die Strahlwirkung dadurch zu erhöhen, daß man den Luft- oder Wasserstrahl nicht frei in der Strecke, sondern in einer darin aufgehängten Lutte wirken läßt (Abb. 552). Die Nutzwirkung solcher Mittel wird freilich nur gering sein. Immerhin können sie bei einmal vorhandenen Einrichtungen über Schwierigkeiten hinweghelfen und vielleicht die Erreichung eines Durchschlages ermöglichen.

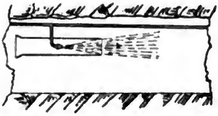
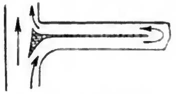


Abb. 552. Beschleunigung des Wetterzuges durch Strahldüse mit Lutte.

Bei lebhaftem Wetterzuge in einer Strecke kann man Abzweigungen von dieser manchmal dadurch bewettern, daß man die Stoßkraft des Wetterstromes ausnutzt. Man kann z. B. nach Abb. 553 die Zweigstrecke mit Wetterscheider versehen und eine anschließende Zunge derart in die Hauptstrecke einbauen, daß die Wetter davor stoßen. Hierdurch kann man, zumal auch noch die Saugwirkung des Wetterstroms an der anderen Seite hilft, leicht eine ausreichende, allerdings mit der Länge der Strecke ständig abnehmende Bewetterung der Zweigstrecke erreichen, ohne daß die Förderung in der



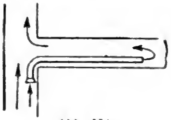


Abb. 553. Abb. 554.
Ausnutzung der Stoßkraft des Wetterstromes.

Hauptstrecke durch Einbauen von Wettertüren behindert wird. Ganz ähnlich in der Wirkung verhält sich eine in die Zweigstrecke eingebaute Luttenleitung, deren umgebogenes Endstück dem Wetterstrom in der Hauptstrecke entgegengerichtet ist (Abb. 554).

VI. Das tragbare Geleuchte des Bergmanns.

A. Offene Lampen.

185. — **Öllampen.** Auf schlagwetterfreien Gruben stand früher fast ausschließlich die offene Rüböllampe in Anwendung. Das Öl wird entweder rein oder mit Petroleum bis höchstens zur Hälfte gemischt angewandt. Ein größerer Petroleumzusatz, der mit Rücksicht auf die Kosten (Rüböl kostet etwa viermal soviel wie Petroleum) erwünscht wäre, läßt die Flamme stark rußen. Aus diesem Grunde ist auch der Brand reinen Petroleums bei offenen Lampen nicht angängig.

Die Abbildungen 555 und 556 zeigen die gewöhnlichsten Formen der offenen Öllampe.

Die Leuchtkraft solcher Lampen beträgt etwa 1,4 NK. Sie zeichnen sich durch außerordentliche Einfachheit und Billigkeit in der Anschaffung

aus. Dagegen sind die Kosten für den Ölverbrauch verhältnismäßig hoch und auf etwa 10—15 ₰ je Schicht zu schätzen.

186. — Azetylenlampen. Allgemeines. An Stelle der Öllampen haben sich auf schlagwetterfreien Gruben fast allgemein Azetylenlampen eingebürgert, bei denen das Azetylen in der Lampe selbst erzeugt wird.

Azetylen (C_2H_2) ist ein aus der Einwirkung von Wasser auf Kalziumkarbid (CaC_2) unter Wärmeentwickelung entstehendes Gas. Die Umsetzung bei der Bildung verläuft nach der folgenden Formel:

$$CaC_2 + 2\,H_2O = C_2H_2 + Ca(OH)_2.$$

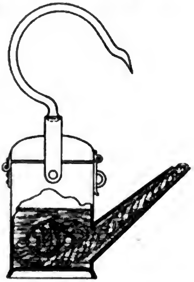


Abb. 555. Offene Öllampe.

Der Karbidverbrauch in der 8stündigen Schicht beträgt etwa 100 g.

Die Billigkeit der Herstellung und die ungemein hohe Leuchtkraft machen das Azetylen für Beleuchtungszwecke besonders geeignet. Die Kosten für Karbid betragen nicht einmal die Hälfte derjenigen des Ölbrandes, dabei ist die Leuchtkraft der Azetylenlampe drei- bis viermal höher als die der Öllampe einzuschätzen. Vorteile dieser Beleuchtungsart sind ferner große Sauberkeit und gute Betriebsicherheit. Freilich sind die Anschaffungskosten der Azetylenlampen höher, auch bedürfen sie einer sorgfältigeren Überwachung und Instandhaltung.

Die Azetylenflamme brennt selbst in matten Wettern gut, was freilich nicht in allen Fällen als Vorteil anzusehen ist. Denn sie warnt nicht in gleicher Weise sicher wie Öl- oder Benzinlampen, so daß Verunglückungen durch Erstickung nicht ausgeschlossen erscheinen. Gegebenenfalls wird man, ähnlich wie dies beim Gebrauche elektrischer Lampen erforderlich ist, neben den Azetylenlampen noch eine andere Lampe für Warnzwecke gleichzeitig verwenden müssen. Ein zweifelloser Vorteil ist es dagegen, daß die Azetylenlampen überhaupt schwer verlöschen und namentlich einem starken Wetterzuge gut widerstehen.

Abb. 556. Offene Öllampe (sog. Frosch).

187. — Lampe von Seippel. Azetylenlampen werden vielfach, unter anderen von Friemann & Wolf zu Zwickau, Seippel zu Bochum, von der Gewerkschaft Carl zu Bochum, angefertigt. Die Ausführungen sind sich mehr oder weniger ähnlich.

Bauart und Wirkungsweise mögen an der Seippelschen Lampe (Abb. 557) erläutert werden. Der Lampentopf *B* dient zur Aufnahme des zu einer Patrone zusammengepreßten oder losen Kalziumkarbids *K* und damit gleichzeitig als Gaserzeugungsraum. Dem Topfe ist der Wasserbehälter *A* aufgesetzt und mit ihm durch die Stange *D* und Flügelschraube *H* in Verbindung gebracht. *J* ist der Brenner, *B* der Leuchtschirm und *G* die Verschlußschraube für die Füllöffnung. Die Schraube *E* regelt den Wasser-

zutritt zum Karbid und kann je nach Bedarf geöffnet werden. Das Sieb *L* dient zur gleichmäßigen Verteilung des Wassers im Lampentopfe, indem dieses je nach der Stellung der Lampe verschieden abtropft. Wird zuviel Gas entwickelt und kann dieses nicht völlig durch den Brenner austreten, so entweicht der Überschuß durch den Wasserbehälter und tritt durch eine in der Schraube *G* vorgesehene Sicherheitsöffnung ins Freie. Da also bei reichlicher Gasentwicklung im Gaserzeugungsraum ein Überdruck entsteht, wird das Ausfließen des Wassers aus *A* verlangsamt und, wenn der Gasdruck gleich oder größer als der Druck der im Behälter stehenden Wassersäule wird, sogar gänzlich verhindert. Bis zu einem gewissen Grade regelt sich somit die Azetylenerzeugung selbsttätig, und die Schraube *E* braucht zumeist nur beim Anzünden und Auslöschen der Lampe betätigt zu werden.

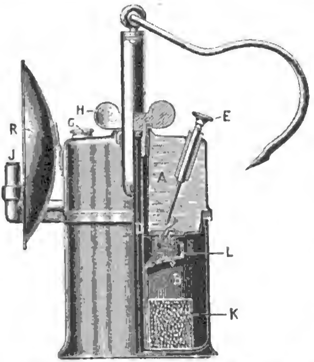


Abb. 557. Offene Azetylenlampe von Seippel.

Die Lampe besitzt eine Leuchtkraft von 8—10 NK und eine Brenndauer von 8—10 Stunden.

B. Sicherheitslampen.

188. — Geschichtliches[1]. Im Jahre 1816 machte der englische Physiker Davy die Beobachtung, daß eine Gasflamme durch ein darüber gehaltenes, enges Drahtsieb nicht hindurchschlägt, selbst wenn brennbare Gase oberhalb desselben vorhanden sind. Der Grund für die Erscheinung liegt darin, daß das Sieb die Flamme soweit abkühlt, daß die hindurchtretenden Verbrennungsgase die zur Entzündung der oberhalb befindlichen Gase erforderliche Temperatur nicht mehr besitzen. Aus der Beobachtung folgte die Erfindung der Sicherheitslampe.

Die erste von Davy hergestellte Lampe war sehr einfach. Auf den Öltopf wurde ein zylindrischer, oben geschlossener Drahtkorb gesetzt, der von dem unteren Ringe eines darüber gestülpten Gestells gehalten und durch die seitlichen Gestellstangen und den Deckel gegen äußere Beschädigungen bis zu einem gewissen Grade geschützt wurde (Abb. 558).

Die Sicherheit der neuen Lampe gegen Schlagwetter wurde zunächst stark überschätzt. Bald zeigte sich, daß die Zahl der Schlagwetterexplosionen auf den englischen Gruben nach der Einführung der angeblichen Sicherheitslampe sogar noch zugenommen hatte. Man mußte einsehen lernen, daß von einer wirklichen Sicherheit der Lampen nicht die Rede sein konnte. Sicher

[1]) Glückauf 1919, Nr. 11, S. 369 u. f.; Niemann: Die ersten Sicherheitslampen.

war nämlich die Lampe nur in ruhenden oder mäßig (mit nicht über 1,7 m Geschwindigkeit) bewegten Schlagwettern.

Die Davy-Lampe hatte ferner den Nachteil einer sehr geringen Leuchtkraft. Der Drahtkorb ließ schon in reinem Zustande nur etwa 30 % des Lampenlichtes durch, während 70 % verlorengingen. Bei verstaubten und verschmutzten Lampen waren die Lichtverluste noch größer.

Eine wesentliche Verbesserung war deshalb die zuerst ebenfalls in England eingeführte Einschaltung eines Glaszylinders zwischen Öltopf und Drahtkorb. Die Leuchtkraft stieg hierdurch auf das Doppelte bis Dreifache. Auch die Sicherheit wuchs, weil die Flamme wegen des Glasschutzes nicht mehr bei jedem Luftzuge unmittelbar gegen und durch das Drahtgewebe schlagen konnte. Die aus Öltopf, Glaszylinder und Drahtkorb bestehende Lampe ist unter dem Namen Clanny- oder Boty-Lampe bekannt und behielt ihre Grundform bis in die 80er Jahre des vorigen Jahrhunderts bei.

Abb. 558. Davy-Lampe.

Auch dieser Lampe hafteten noch manche Übelstände an. Da eine Ölflamme stark rußt, verschmutzte beim Brennen allmählich das Drahtgewebe, und dessen Öffnungen wurden kleiner. Hierdurch wurde die Leuchtkraft derart beeinträchtigt, daß sie am Schlusse der Schicht nur noch etwa die Hälfte der ursprünglichen betrug. Ferner besaß die Lampe keine innere Zündvorrichtung. Der Bergmann kam deshalb bei etwaigem Erlöschen der Flamme leicht in die Versuchung, die Lampe am Arbeitsorte selbst zu öffnen und mittels Feuerzeugs zu entzünden. Um dies zu verhindern, wurden die Lampen der Belegschaft in verschlossenem Zustande übergeben. Aber man kannte einen wirklich zuverlässigen Verschluß nicht. Schlösser wurden von den Leuten mittels Nachschlüssels geöffnet. Selbst Bleiplomben, die ja die verbotswidrige Öffnung nicht verhindern können, sondern nur offensichtlich machen sollen, boten wenig Schutz.

Alle vorstehend benannten Übelstände wurden durch die Wolfsche Lampe behoben. Wolf (Zwickau) führte 1882 bei seinen Lampen Benzinbrand ein, brachte die innere Zündvorrichtung an und versah die Lampen mit einem Magnetverschluß.

189. — **Vorzüge und Nachteile des Benzinbrandes.** Die anfänglich gegen den Benzinbrand geltend gemachten Bedenken haben sich nicht als stichhaltig erwiesen; insbesondere bietet die Benzinlampe, wie alle Versuche gezeigt haben, die gleiche Schlagwettersicherheit wie die Öllampe. Dabei lassen sich Schlagwetter mit der Benzinlampe schon von 1% CH_4 an nachweisen, während mit Öllampen der Nachweis erst von 2% CH_4 an möglich ist. Auch entsteht durch das Vorhandensein von Benzin in der Lampe keinerlei Explosions- oder Feuersgefahr, da dieses nicht in fließendem, sondern in gebundenem Zustande sich befindet. Der Lampentopf ist nämlich mit Watte gefüllt, und es darf nur soviel Benzin in die Lampe gelangen, daß es vollständig von der Watte aufgesaugt wird. Eine ordnungsmäßig gefüllte Lampe muß man umkehren können, ohne daß Benzin aus dem Topfe fließt.

Digitized by Google

Die zum Teil bereits angedeuteten Vorzüge des Benzinbrandes bestehen hauptsächlich in der höheren Leuchtkraft, die bei einer gut gereinigten, hell brennenden Lampe[1]) etwa 0,85—0,95 NK gegenüber 0,75—0,85 NK bei einer Öllampe beträgt. Bei der Öllampe geht aber im Laufe der Schicht die Leuchtkraft infolge Verrußung auf 0,40—0,50 NK zurück, während sie bei der Benzinlampe, falls nicht äußere Verschmutzung hinzukommt, nur ganz unbedeutend sinkt.

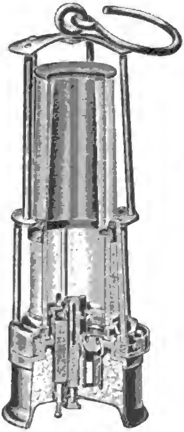


Abb. 559. Wolfsche Benzinsicherheitslampe.

Die Kosten des Leuchtstoffs sind bei Benzinbrand (Verbrauch etwa 50 g je Schicht) etwas höher als bei Ölbrand und betragen für die Schicht rund 2 ₰ gegenüber 1,75 ₰ bei Verwendung von Öl. Benzinbrand verursacht ferner wegen der größeren Hitze-Entwickelung einen höheren Verbrauch an Glaszylindern. Die durchschnittliche Lebensdauer eines Lampenglases beträgt bei Benzinlampen nach den Feststellungen des Sammelwerkes 18,4, bei Öllampen 34,7 Arbeitsschichten. Eine höhere Schlagwettergefahr ist aus dem leichteren Springen des Glases für Benzinlampen nicht ohne weiteres zu folgern, weil in der Regel damit noch kein Zerbrechen und Auseinanderfallen des Glaszylinders verbunden ist. In jedem Falle ist freilich die sorgfältige Beobachtung eines während der Schicht etwa gesprungenen Glases erforderlich.

Ein Nachteil der Benzinlampen ist, daß sie leichter als Öllampen erlöschen. Dem Übelstande des leichteren Erlöschens steht der gewichtige Vorteil der leichten Entzündbarkeit gegenüber. Die innere Zündvorrichtung wirkt befriedigend sicher nur bei Benzinlampen, während ihre Wirksamkeit bei Öllampen zu wünschen übrigläßt.

Während der Kriegszeit hat man nach Ersatzmitteln für Wetterlampenbenzin suchen müssen. Als verwendbar haben sich erwiesen die Zweifach-Mischung, bestehend aus 75% Spiritus und 25% Benzol, und die besonders viel gebrauchte Dreifach-Mischung, bestehend aus 50% Spiritus, 20% Benzol und 30% Benzin[2]).

190. — Einrichtung der Benzinsicherheitslampe. Die Hauptteile der Wolfschen Lampe, die als Grundform für alle Benzinsicherheitslampen gelten kann, sind Topf, Glaszylinder, Drahtkorb und Gestell. Durch Verschrauben des unteren Gestellringes mit dem oberen Rande des Topfes werden die Teile in der aus Abb. 559 ersichtlichen Weise miteinander verbunden und nicht nur fest, sondern auch dicht zusammengehalten. Den Abschluß der Lampe nach oben bildet der Gestelldeckel, an dem der Haken befestigt ist. Am Topfe ist die Zündvorrichtung (in der Abbildung

[1]) Eine offene Grubenlampe liefert etwa 1,40 und eine Davylampe 0,20 NK.

[2]) Glückauf 1915. Nr. 7, S. 157 u. f.; Beyling: Versuche mit Ersatzstoffen für Wetterlampenbenzin; — ebenda Nr. 10, S. 235 u. f.; Meyer: Versuche mit Ersatzmitteln für Wetterlampenbenzin auf der Zeche Shamrock.

Digitized by Google

links vom Dochte) und die Stellschraube zum Groß- und Kleinstellen der Flamme (rechts hinter dem Dochte) angebracht.

Der vorspringende Fußrand des jetzt meistens aus gestanztem Stahlbleche (früher gewöhnlich aus Temperguß) gefertigten Topfes schützt den Topf sowohl wie die unten herausragende Stellschraube und den Betätigungsgriff der Zündvorrichtung vor Beschädigungen. Der Magnetverschluß, der in der Abbildung nicht dargestellt ist, hindert das unbefugte Losdrehen der den Lampentopf mit dem Gestellring verbindenden Verschraubung. Der Innenraum des Topfes ist mit Watte zum Aufsaugen des Benzins angefüllt. Der Docht leitet das Benzin zur Flamme.

Der aus gewöhnlichem, hellem, gut ausgeglühtem Glase bestehende Glaszylinder muß genau gleichlaufende und rechtwinklig zur Achse der Lampe abgeschnittene Ränder besitzen, damit ein dichter Anschluß an die übrigen Lampenteile möglich ist. Es ist dies für die Sicherheit der Lampe von Bedeutung. An Stelle des gewöhnlichen Glases benutzt man auch Jenaer Hartglas, das haltbarer und gegen plötzliche Temperaturschwankungen unempfindlicher ist. Der Glaszylinder verschluckt in reinem Zustande nur etwa 2—6% des von der Flamme ausgesandten Lichtes.

191. — Der Drahtkorb. Ausschlaggebend für die Schlagwettersicherheit der Lampe ist der Drahtkorb. Das Drahtnetz erfüllt seinen Zweck um so besser, je mehr Wärme es aufnehmen kann und je schneller es sie fortzuleiten vermag. Es soll deshalb die Drahtnetzoberfläche im Verhältnis zum Fassungsraum des Lampeninneren möglich groß sein. Im übrigen ist ein Drahtnetz um so durchschlagsicherer, je größer die Maschenzahl auf 1 qcm, je dicker der Draht und je kleiner der gesamte Lochquerschnitt ist. Die Maschenzahl auf die Flächeneinheit, die Drahtdicke und der freie Lochquerschnitt sind aber gegenseitig voneinander abhängige Größen, so daß nicht allen dreien zugleich Rechnung getragen werden kann. Auch darf man mit Rücksicht auf die Haltbarkeit des Gewebes unter eine bestimmte Drahtstärke nicht herabgehen. Schließlich verlangt die Leuchtkraft der Lampe, daß das Drahtsieb eine gute Luftdurchlässigkeit behält, also der freie Lochquerschnitt tunlichst groß bleibt. Nur durch praktische Versuche kann man deshalb das günstigste Verhältnis finden.

Man ist zu dem Ergebnis gelangt, daß schwach konische Korbformen von etwa 40—50 mm unterer Weite und 88—94 mm Höhe und Drahtgewebe von 144 Maschen auf 1 qcm und 0,3—0,4 mm Drahtdicke den Erfordernissen der Schlagwettersicherheit, Haltbarkeit und Leuchtkraft am besten entsprechen und deshalb den anderen Korbformen und Gewebearten vorzuziehen sind.

Die Drahtkörbe bestehen aus Eisen- oder Messingdraht. Eisendrahtgewebe ist, was die Standfestigkeit und Widerstandsfähigkeit unter der Einwirkung der Schlagwetterflamme betrifft, dem Messingdrahtgewebe überlegen. Dieses hinwiederum beeinträchtigt die Leuchtkraft weniger, rostet nicht und ist in Gruben mit sauren oder salzigen Wassern haltbarer. Für Lampen mit einfachem Korbe sollte man stets Eisendrahtgewebe gebrauchen.

192. — Doppelkorblampen. Durch einen doppelten Drahtkorb läßt sich die Schlagwettersicherheit der Lampe wesentlich erhöhen; gleich-

Digitized by Google

zeitig leidet aber wegen der Behinderung der Luftzufuhr auch die Leuchtkraft und die Brennfähigkeit. Diesem Übelstande kann man durch eine Vergrößerung der Drahtkorboberfläche abhelfen. Insbesondere soll man bei Doppelkörben dem äußeren Korbe einen soweit vergrößerten Durchmesser geben, daß der Innenkorb mindestens die bei den einfachen Körben übliche Größe behalten kann.

Über die zweckmäßigsten Abmessungen des Doppelkorbes sind auf der berggewerkschaftlichen Versuchstrecke bei Gelsenkirchen sehr eingehende Versuche vorgenommen worden. Leuchtkraft und Schlagwettersicherheit der Lampen stellen sich am günstigsten, wenn die Seitenwände der beiden Korbmäntel annähernd parallel in einem Abstande von etwa 7—11 mm voneinander verlaufen, während der Deckelabstand nur etwa 3—5 mm betragen soll (Abb. 560). Es ist dies die sog. Normalform.

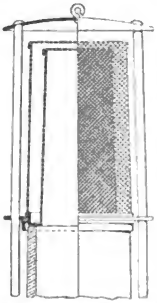


Abb. 560. Doppelkorb mit zweckmäßigem Größenverhältnis (Normalform).

Um die obengenannten Vorzüge sowohl des Eisendraht- wie des Messingdrahtgewebes auszunutzen, pflegt man bei Doppelkörben gern als Außenkorb Messinggewebe und für den Innenkorb Eisendraht zu wählen.

193. — **Innere Zündvorrichtung. Die Zündung mittels Zündstreifen.** Die innere Zündvorrichtung hat sich als eine überaus nützliche und segensreiche Erfindung erwiesen. Sie ist jetzt für Sicherheitslampen bergpolizeilich vorgeschrieben. Die gebräuchlichste Art der inneren Zündung war bisher diejenige mittels Zündstreifen. Im letzten Jahrzehnt hat aber die Cerfunkenzündung (siehe Ziff. 194) immer größere Verbreitung gefunden.

Je nach der Art der zur Verwendung kommenden Zündstreifen kann man die Phosphorbandzündung und die Explosionspillenzündung unterscheiden.

Nach der Art der Betätigung kann man diese Zündvorrichtungen in Reib- und Schlagzündungen einteilen. Die Phosphorbandzündungen sind stets Reibzündungen, während die Zündung der Explosionspillen sowohl durch Reibung als auch durch Schlag erfolgen kann. Die Einteilung nach der Art der Zündstreifen ist die wichtigere. Die bei den Phosphorbandzündungen verwendeten Zündpillen bestehen in der Hauptsache aus gelbem Phosphor und sind auf schmale, mit einer Paraffinmasse überzogene Leinwandstreifen aufgeklebt. Durch die mittels der Zündvorrichtung erzeugte Reibung kommt der Phosphor zur Entzündung, der sodann den paraffinierten Leinwandstreifen selbst ins Brennen bringt. Die Flamme reicht für die Entzündung nicht nur von Benzin-, sondern auch von Öllampen aus. Ein Nachteil ist, daß das Lampenglas mehr als bei der Explosionspillenzündung beschlägt.

Bei den Zündstreifen mit Explosionspillen sind auf ein schmales Papierband von einer gewissen Steifigkeit in regelmäßigen Abständen voneinander Pillen aus einer Explosionsmasse (chlorsaures Kali mit einer Beimischung)

Digitized by Google

geklebt, die durch Reibung oder Schlag unter Flammenerscheinung explodieren. Der Papierstreifen selbst verbrennt hierbei nicht. Die kurze Explosionsflamme vermag wohl Benzin, aber nicht das schwer entzündliche Öl zu entflammen.

Die Zahl der verschiedenen, bisher eingeführten Zündvorrichtungen ist außerordentlich groß. Noch viel größer ist die Zahl der Vorschläge und der auf Zündvorrichtungen genommenen Patente und Gebrauchsmuster. Hier sollen nur die bekanntesten Ausführungen kurz erwähnt werden.

Bei der Wolfschen Reibzündvorrichtung für Phosphorbandzündungen (Abb. 561) wird der in einem Stahlblechkasten *a* befindliche Zündstreifen zwischen einer festen, zweireihigen Zahnstange *b* und einem dreizinkigen Anreißer *c* hindurchgeführt. Infolge der nach oben gerichteten Zähne der Zahnstange wird der Zündstreifen beim Abwärtsziehen des Anreißers mittels der Griffstange *d* in der höchsten Stellung festgehalten.

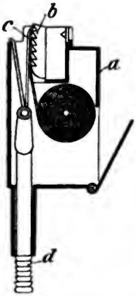


Abb. 561. Wolfsche Reibzündvorrichtung für Phosphorbandzündstreifen.

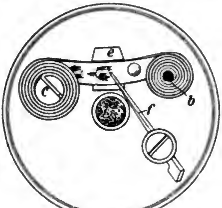


Abb. 562. Seippelsche Reibzündvorrichtung für Explosionspillenstreifen.

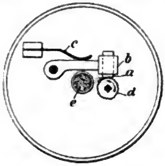


Abb. 563. Funkenzündung mittels Cermetalls.

Hierbei entzündet sich durch die Reibung der krallenartigen Zinken die Zündpille, und bei der Aufwärtsbewegung der Stange *d* und des Anreißers *c* wird der brennende Zündstreifen mit nach oben genommen.

Bei der Seippelschen Reibzündung für Explosionspillenstreifen (Abb. 562) wird die auf den Stift *b* aufgewickelte Zündbandrolle mittels der Triebwelle *c* zwischen der Ritzfeder *f* und einem Widerlager *e* hindurchgezogen. Die Reibung der Feder bringt die einzelnen Zündpillen zur Explosion. Eine in der Abbildung nicht dargestellte Schutzhaube soll etwa fortgeschleuderte Pillenteilchen soweit wie möglich auffangen und die Explosionsflamme zusammenhalten und zum Lampendochte leiten. Diese Zündvorrichtung liegt dem Lampentopfe flach auf, während eine ähnliche Wolfsche Reibzündung hochstehend in den Topf eingebaut ist.

194. — Cerfunkenzündung. Die Cerfunkenzündung benutzt die Eigenschaft der Cerverbindungen, beim Reiben oder Kratzen mit harten Gegenständen starke Funken zu erzeugen. Nach der in Abb. 563 dargestellten Ausführung wird ein aus einer Cerlegierung bestehender Stift *a* von dem Kopfe *b* eines durch die Feder *c* angedrückten Hebels gehalten und gegen die Zähne eines Stahlrädchens *d* gepreßt. Die bei Drehung des Rädchens abspritzenden Funken entzünden die Benzinflamme.

Digitized by Google

Es zeigte sich aber bald, daß diese Zündung nicht in jedem Falle schlagwettersicher ist. Bei plötzlichen Erschütterungen der Lampe durch Stoß oder Fall kann nämlich der unverbrannt in die Lampe fallende Staub aus dem Lampeninnern durch den Drahtkorb nach außen gelangen. Auf diesem Wege kommt er mit dem warmen Drahtgeflechte des Korbes in Berührung, dessen Temperatur bereits genügt, den Staub zu entflammen, so daß dieser etwaige Schlagwetter entzünden kann.

Nachdem man aber durch Änderung der Zusammensetzung des Zündmetalls (statt Cereisen nimmt man jetzt Verbindungen des Cers mit Leichtmetallen) die Entzündungstemperatur des Staubes auf 310—320° C herabgedrückt hat, genügen die Lampen den Anforderungen, die man berechtigterweise bezüglich der Schlagwettersicherheit stellen muß. Immerhin ist es zweckmäßig, alle Lampen mit Cerfunkenzündung mit Doppelkörben zu versehen.

195. — Magnetverschluß. Der Magnetverschluß beruht darauf, daß die unter Federdruck stehende Verriegelung der Lampe durch eine starke magnetische Kraft aus der Verschlußstellung gebracht wird. Hierfür hat man zum mindesten, wenn nicht Elektromagnetverschlüsse (s. Ziff. 196) angewandt werden, einen schweren, großen Hufeisenmagneten nötig. Daß solche Magnete seitens der Bergleute beschafft und mit in die Grube genommen werden, ist nicht zu befürchten.

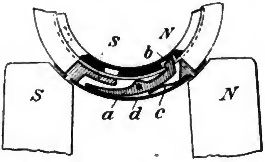


Abb. 564. Magnetankerverschluß von Friemann & Wolf.

Die Zahl der Magnetverschlüsse ist nach Erlöschen der ersten Wolfschen Patente außerordentlich groß geworden und dürfte die Zahl der Zündvorrichtungen noch übersteigen. Hier genügen einige Beispiele:

Der Magnetankerverschluß von Friemann & Wolf ist in Abb. 564 dargestellt. Ein doppelarmiger, um einen Stift drehbarer Hebel *a*, der in den unteren Gestellring eingebaut ist, greift mit einer klauenartigen Nase *b* in eine Ausfräsung des Topfgewindes ein und verhindert so das Auseinanderschrauben der beiden Teile. Der Hebel steht dabei unter dem Drucke der Feder *c*. Im Gestellringe sind ferner zwei Körper *N* und *S* aus weichem Eisen untergebracht, die, wenn man den Gestellring an einen Hufeisenmagneten anlegt, zum Nord- und Südpol werden. Durch die magnetische Wirkung wird der Kopf des Ankers mit der Nase nach außen und der Schwanz nach innen gezogen, so daß der Verschluß aufgehoben wird. Gegen gewaltsame Eingriffe von außen her ist die Verschlußvorrichtung durch die Deckplatte *d* geschützt.

Bei dem Seippelschen Magnetstiftverschluß (Abb. 565) ist an dem Lampentopf *a* eine Hülse *b* angebracht, in der der von der Spiralfeder *c* emporgedrückte Verschlußstift *d* untergebracht ist. Dieser greift mit seinem oberen Ende in eine entsprechende Bohrung ein, die sich in einem Vorsprung des Gestellringes befindet. Das untere Ende des Verschlußstiftes schließt nicht mit dem unteren Ende der Hülse ab, sondern tritt um einige Millimeter in diese zurück, so daß der Stift für Öffnungsversuche schwer zugänglich ist.

Digitized by Google

Um den Verschluß noch weiter zu sichern, hat Kellermann sogar eine magnetische Verriegelung des Verschlußstiftes selbst angebracht. Es muß also erst auf magnetischem Wege der Riegel *r* (Abb. 566) zurückgezogen werden, der ein Zurückgehen des eigentlichen Verschlußstiftes *d* verhindert. Erst dann kann dieser ebenfalls durch Magnetkraft zurückgezogen werden.

196. — **Elektromagnetverschlüsse.** Neuerdings wendet man mit Vorliebe Elektromagnetverschlüsse an. Die Anziehungskraft, die mit einem Elektromagneten zu erzielen ist, übertrifft um ein Mehrfaches diejenige eines dauernden Magneten, bei dem sie überdies allmählich nachläßt. Bei Verwendung von Elektromagneten kann deshalb die den Verschluß in seiner Stellung haltende Feder sehr viel stärker gewählt werden, womit der Schutz gegen gewaltsames Öffnen wesentlich erhöht wird. Auch die Sicherheit der besprochenen Verschlüsse von Wolf und von Seippel kann bei Vor-

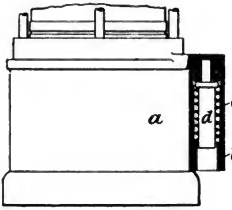


Abb. 565.
Magnetstiftverschluß von Seippel.

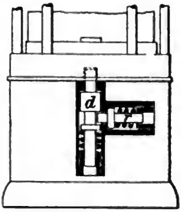


Abb. 566. Magnetstiftverschluß mit magnetischer Verriegelung von Kellermann.

handensein von Elektromagneten durch Gebrauch sehr starker Federn in einer Weise gesteigert werden, daß eine Öffnung durch mechanische Mittel ohne Beschädigung der Lampe fast unmöglich scheint.

197. — **Besondere Lampenformen.** Bei den bisher besprochenen Lampen war obere Luftzuführung vorausgesetzt. Hierbei tritt die frische Luft nahe über dem Glaszylinder in das Lampeninnere ein, während die verbrauchte Luft durch den oberen Teil des Drahtkorbes und dessen Deckel entweicht. Eine gegenseitige Behinderung beider Ströme ist bei solcher Anordnung unvermeidlich.

Bei den Lampen mit unterer Luftzuführung hat man eine bessere Leitung der Luft dadurch zu erreichen versucht, daß man den Eintritt der frischen Luft unter den Glaszylinder verlegte, wobei man hier der Schlagwettergefahr wegen den üblichen Drahtnetzschutz gleichfalls anbringen mußte. Dieses Drahtsieb kann als Zylinder eingebaut sein oder kann, um ohne Schwierigkeit eine größere Oberfläche zu erhalten und gleichzeitig besseren Schutz gegen äußere Verschmutzung zu bieten (Abb. 567), wagerecht angeordnet werden.

Ein zweifelloser Vorzug solcher Lampen ist es, daß sie besser und leichter brennen und deshalb ein helleres Licht geben. Die Schlagwettersicherheit bleibt, was den Drahtkorb betrifft, unverändert. Da aber die Schlagwetter

Digitized by Google

auch innerhalb des Glaszylinders am unteren Drahtsiebe zu brennen beginnen, hat das Glas unter der Hitze mehr als bei oberer Luftzuführung zu leiden und springt leichter. In der Regel tritt freilich hierbei keine Zündung der äußeren Schlagwetter ein, weil das Glas trotzdem zusammenhält.

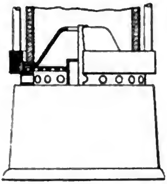


Abb. 567. Lampe mit unterer Luftzuführung und wagerechtem Drahtnetz.

Als Nachteil der unteren Luftzuführung ist ferner hervorzuheben, daß der Bau der Lampe verwickelter und diese selbst in der Anschaffung und infolge vermehrter Ausbesserungen auch in der Unterhaltung teurer wird. Wenn auch die untere Luftzuführung in letzter Zeit, namentlich mit der steigenden Verwendung doppelter Drahtkörbe, wieder mehr Anwendung als früher findet, so hat es im ganzen nicht den Anschein, daß sie der oberen Luftzuführung gleichwertig ist und diese verdrängen wird.

Lampen mit innerem Schornstein haben den Zweck, die sonst durch die untere Luftzuführung erstrebte Trennung der frischen von der verbrauchten Luft auch bei der oberen Luftzuführung sicherzustellen. Als Beispiel möge in Abb. 568 die Müseler-Lampe dargestellt sein. Der oben und unten offene, zylindrische Blechschornstein *s* ist dazu bestimmt, die verbrauchte Luft von der Flamme nach oben unter den Korbdeckel zu führen, von wo sie nach außen entweicht. Die frische Luft fällt in der Richtung der Pfeile der Flamme zu. Das wagerecht eingebaute Drahtnetz *a* soll die Schlagwettersicherheit erhöhen, erfüllt freilich diesen Zweck nur unvollkommen.

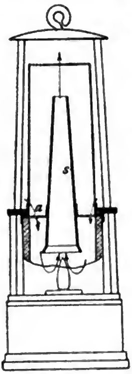


Abb 568. Müseler-Lampe (mit Schornstein).

Solche Lampen brennen und leuchten bei senkrechter Stellung gut. Wenn aber die Lampe schief gehalten wird, erlischt sie leicht, weil dann die regelmäßige Luftbewegung gestört wird und die Abgase mit der zuströmenden frischen Luft sich kreuzen. Dieses leichte Erlöschen der Schornsteinlampen hat bewirkt, daß man trotz ihrer Vorzüge von dauernder Verwendung immer wieder abgekommen ist.

198. — **Mantellampen.** Damit der Wetterstrom nicht unmittelbar gegen den Drahtkorb bläst und eine etwa darin entstandene Schlagwetterflamme durch das Drahtnetz treibt, umgibt man die Körbe wohl mit Blechmänteln (Mantellampen). Der Mantel kann entweder geschlossen sein und nur zwecks Durchtritts der Luft oben und unten Öffnungen, Schlitze oder Bohrungen freilassen (Marsaut-Lampe, Abb. 569), oder der Mantel ist auf seiner ganzen Höhe mit Schlitzen versehen. Bei dem Schlitzmantel von Friemann & Wolf (Abb. 570) erleidet der Luftstrom eine in der Nebenzeichnung besonders dargestellte, mehrmalige Richtungsänderung, ehe er den Drahtkorb erreicht. Dadurch wird die Geschwindigkeit, mit der er auf den Drahtkorb stößt, stark vermindert.

Digitized by Google

Der Mantel macht die Lampe schwerer und behindert die Lichtwirkung nach oben. Ein Vorzug der Mantellampen liegt, abgesehen von der höheren Schlagwettersicherheit, darin, daß sie in lebhaftem Wetterzuge weniger leicht erlöschen.

199. — Schlagwettersicherheit der Sicherheitslampen. Was die Schlagwettersicherheit der Lampen gegen Durchblasen der Flamme angeht, so muß man sich erinnern, daß bei dem explosionsgefährlichen Grubengasgehalte von 5—14% die eigentliche Lampenflamme erlischt, daß aber bei dauerndem Zufluß von Schlagwettern diese in der Lampe fortbrennen und den Drahtkorb zum Erglühen bringen. Die Glühwirkung äußert sich namentlich auf der Abströmungseite und kann soweit gehen, daß Messingdrahtgewebe und unter Umständen sogar Eisendrahtgewebe schmelzen.

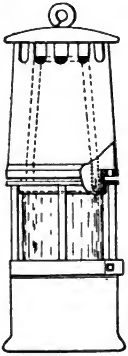


Abb. 569. Marsaut-Lampe.

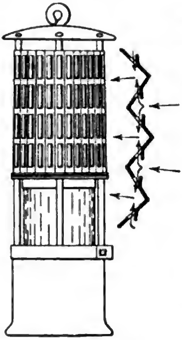


Abb. 570. Lampe mit Schlitzmantel von Friemann & Wolf.

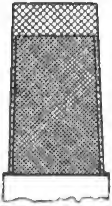


Abb. 571. Doppelkorb mit unzweckmäßigem Größenverhältnis.

Gegenüber 8—9 prozentigen Schlagwettergemischen sind Lampen mit einfachem Drahtkorbe bei Stromgeschwindigkeiten von 4—5 m bereits unsicher. Lampen mit zweckmäßig gewählten Doppelkörben blasen in gleichen Schlagwettergemischen erst bei 7—8 m Wettergeschwindigkeit durch. Mantellampen sind selbst bei den höchsten, in Versuchseinrichtungen zur Anwendung gebrachten Geschwindigkeiten von 14—15 m noch sicher. Dagegen sinkt die Sicherheit der Lampen in Gemischen von hohem, an der oberen Explosionsgrenze stehendem Methangehalt stark. In Gemischen mit 13% CH_4 können einfache Körbe bereits bei 2—3 und Doppelkörbe bei 5 m Wettergeschwindigkeit Durchschläge ergeben. Der Grund für diese auffallende Erscheinung liegt darin, daß bei derart hochprozentigen Gemischen die Schlagwetterflamme sich nicht an der Einströmseite im Korbe zu halten vermag, sondern nach der Abströmseite herübergetrieben wird und hier dann die Entzündung nach außen überträgt[1]).

Sind die Abmessungen von Doppelkorblampen unzweckmäßig gewählt, z. B. in der Art, wie es Abb. 571 darstellt, so übersteigen die Sicherheiten der Doppelkörbe kaum diejenigen der einfachen Körbe.

[1]) Glückauf 1912, Nr. 22, S. 857; Beyling u. Hatzfeld: Die Durchblasesicherheit von Doppelkorblampen.

Man darf die Bedeutung einer Schlagwettersicherheit bis 5 m Wettergeschwindigkeit in keinem Falle überschätzen. Solche Geschwindigkeiten der Lampe gegenüber den Wettern können schon durch unvorsichtige Bewegungen beim Abprobieren oder durch Fall der Lampe leicht erreicht oder überschritten werden. Wenn nun z. B. gar das Hangende sich plötzlich auf den alten Mann setzt, so können aus diesem die Schlagwetter mit viel größeren Geschwindigkeiten herausgedrückt werden und über die ruhig hängende Lampe streichen. Noch weniger darf man annehmen, daß das Vorkommen von 13 % CH_4 in den Wettern ausgeschlossen ist. Starke Bläser oder Gasausbrüche können gelegentlich sehr wohl den Methangehalt auf diese ganz besonders gefährliche Höhe bringen.

Überdies werden sich in der Grube die Lampen noch etwas gefährlicher als in der Versuchslutte verhalten, weil die Gase unter höherem Drucke stehen, dichter sind und daher eine größere Wärmemenge beim Verbrennen innerhalb des Drahtkorbes erzeugen als bei den Versuchen über Tage, wo aus praktischen Gründen stets mit einem Unterdrucke gearbeitet wird.

Sehr eingehend ist ferner die Schlagwettergefährlichkeit der inneren Zündvorrichtung untersucht worden. Wird eine erloschene Lampe, deren Korb mit Schlagwettern erfüllt ist, entzündet, so entflammen selbstverständlich die Schlagwetter innerhalb der Lampe, und es besteht die Gefahr, daß die Explosion nach außen hin durchschlägt. In dieser Beziehung verhält sich nun die Phosphorbandzündung auch bei einfachem Drahtkorbe völlig gefahrlos. Selbst wenn der Zündstreifen unverbrannt hoch in den Lampenkorb geschoben ist und nachträglich entzündet wird, schlägt diese Flamme nicht durch. Die Explosionspillenzündung dagegen ist nicht in gleicher Weise ungefährlich, sondern es treten bei Lampen mit einfachem Drahtkorbe verhältnismäßig häufig Durchschläge, d. h. Zündungen der äußeren Schlagwetter, ein. Die Fortpflanzung der Explosion nach außen geschieht freilich nicht durch die Schlagwetterflamme selbst. Vielmehr werden kleine Stückchen der Explosionspillenmasse in brennendem Zustande fortgeschleudert. Treffen sie nun zufällig auf eine Masche, so können sie noch glühend hindurchfliegen und die Schlagwetter außerhalb des Korbes entzünden. Selbst bei doppeltem Drahtkorbe ist es, wenn auch sehr vereinzelt, gelungen, künstlich in der Versuchslutte Durchschläge nach außen zu erhalten. Auch sind im Ostrauer Kohlenbezirk[1]) tatsächlich aus diesem Anlaß bei Verwendung von Doppelkorblampen Explosionen eingetreten.

Es kommt auch vor, daß bei mehrmaligem Zünden der Lampe in schlagwetterfreier Luft kleine Stückchen der Explosionsmasse unexplodiert fortfliegen und sich unter Umständen in den Maschen des Drahtnetzes festsetzen. Hier bringen sie nun zwar zunächst keinen Schaden. Wenn man aber mit solcher Lampe später Schlagwetter ableuchtet und der Korb sich mit der Flamme erfüllt, dann werden diese im Gewebe des Drahtnetzes sitzenden Teilchen der Explosionsmasse entzündet, brennen vielleicht nach außen hin durch und entflammen die Schlagwetter. Auch Doppelkörbe sind unter solchen Umständen nicht völlig sicher.

[1]) Jičinský: Katechismus der Grubenwetterführung (Mähr. Ostrau, Papauschek), IV. Aufl., S. 30, letzter Absatz; — ferner Österr. Zeitschr. f. Berg- u. Hüttenw. 1895, Nr. 12, S. 138; Spoth: Verhalten der Wolfschen Benzinlampe usw; — ebenda 1900, Nr. 9, S. 110; J. Mayer: Die Schlagwetterexplosion am Heinrichschachte usw.

Digitized by Google

Die Phosphorbandzündung ist sonach der Explosionspillenzündung an Schlagwettersicherheit erheblich überlegen, so daß, obwohl Herstellung und Handhabung des für diese Art Zündstreifen gebrauchten gelben Phosphors sehr gesundheitschädlich sind, ihre Beibehaltung einstweilen erwünscht erscheint.

Was die Schlagwettersicherheit der Zündung mittels Cerlegierung betrifft, so sei hier nur auf die Ziff. 194, S. 592 verwiesen.

200. — Azetylen-Sicherheitslampen. (Siehe S. 585 u. f., Ziff. 186 und 187.) Die Azetylen-Sicherheitslampen sind zwar bisher als eigentliche Mannschaftslampen nur wenig zur Verwendung gelangt; für gewisse Zwecke aber, namentlich für Arbeiten im Schachte, für Füllortbeleuchtung und bei mechanischer Abbauförderung, haben sie sich bereits in erheblichem Maße eingebürgert, so daß sie an dieser Stelle mit besprochen werden müssen.

Azetylen-Sicherheitslampen werden unter anderen von Seippel in Bochum, Friemann & Wolf in Zwickau und der Gewerkschaft Carl in Bochum geliefert. Abb. 572 zeigt die Seippelsche Lampe, die im allgemeinen der auf S. 585 u. 586 beschriebenen Seippelschen offenen Lampe entspricht, so daß darauf verwiesen werden kann. Nur wird hier der Wasserausfluß völlig selbsttätig durch den im Gaserzeugungsraum *B* herrschenden Gasdruck geregelt. Das Wasser läuft von dem kegelförmigen Schutzblech *L* ab, sammelt sich am Boden und tränkt von unten her allmählich den Karbidkörper. Um auf Schlagwetter ableuchten zu können, ist eine Einstellvorrichtung für den Gasaustritt aus dem Brenner vorgesehen, die durch die Bodenschraube *E* betätigt wird und ein beliebiges Kleinstellen der Flamme ermöglicht. Man kann mit der Lampe 1% CH_4 in der Luft bereits gut erkennen. Ergänzend ist ferner hervorzuheben, daß die Sicherheitslampe mit einem Gestell und darin untergebrachtem Glas, doppeltem Drahtkorb und Magnetverschluß versehen und der Brenner *J* unter Fortfall des Reflektors in das Lampeninnere verlegt ist. Auch eine innere Zündvorrichtung, die mittels des seitlich sitzenden Ringes *F* betätigt werden kann, befindet sich in der Lampe über dem Topfe. Die Schlagwettersicherheit entspricht derjenigen der Benzinsicherheitslampen. Die Lichtstärke beträgt mit 6 NK etwa das 7—8 fache der Benzinsicherheitslampe. Die Brenndauer beträgt 9—10 Stunden, die Karbidkosten sind

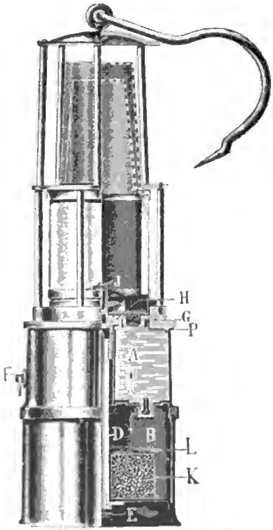


Abb. 572. Azetylensicherheitslampe von Seippel.

7—8 ₰ je Schicht. Die Lampe ist 32 cm hoch und wiegt frisch gefüllt 2,12 kg, während eine gewöhnliche Benzinsicherheitslampe nur 26 cm hoch ist und etwa 1,25 kg wiegt.

Bei der Wolfschen Lampe wird Karbid in Kornform benutzt. Zur Regelung des Wasserzuflusses und der Gaserzeugung dient ein gemeinsamer Hahn, so daß mit der Wasserabstellung gleichzeitig auch die Flamme kleingestellt wird.

Größe und Gewicht stehen einstweilen der allgemeinen Verwendung der Azetylen-Sicherheitslampen noch entgegen. Wo es aber auf größeren Lichtbedarf ankommt, haben sie sich durchaus bewährt. Bei Arbeiten im und am Schachte macht sich auch die geringe Empfindlichkeit der Lampen gegen starken Wetterzug angenehm bemerkbar.

C. Elektrische Lampen.

201. — Vorbemerkungen. Tragbare elektrische Lampen sind für Arbeiten mit Atmungsgeräten in unatembaren Gasen (s. Bd. II, 10. Abschnitt) ein notwendiges Erfordernis. Darüber hinaus haben aber diese Lampen im Grubenbetrieb eine immer wachsende Bedeutung gewonnen. Sie werden wegen ihrer guten Leuchtkraft z. B. für Schachtabteufen, Ausbesserungsarbeiten in Schächten, für die Beleuchtung von Anschlagspunkten und Schüttelrutschenbetrieben viel benutzt. Aber auch als allgemeine Belegschaftslampe bürgert sich die elektrische Lampe je länger desto mehr ein. Für Betriebe, die besonders durch Schlagwetter und namentlich durch plötzliche Gasausbrüche gefährdet sind, ist mehrfach durch die Bergbehörde der Gebrauch des elektrischen Geleuchtes gefordert worden. Dies geschieht, weil zunächst die elektrischen Lampen hinsichtlich der Schlagwettersicherheit den Benzinsicherheitslampen weit überlegen sind. Tatsächlich besitzen die elektrischen Lampen eine nahezu völlige Schlagwettersicherheit. Auch ist die Zahl der während der Schicht versagenden Lampen geringer als bei Benzinlampen, obwohl die elektrischen Lampen den besonderen Vorteil besitzen, daß sie in jeder Arbeitslage verwendet werden können. Die Leuchtkraft übertrifft dabei diejenige der Benzinlampen fast um das Doppelte. Die Wetter werden weder durch Sauerstoffverbrauch noch durch Rußbildung verschlechtert. Schließlich sind bei den jetzigen hohen Benzinpreisen die Betriebskosten der elektrischen Lampen bei weitem niedriger. Alle diese Umstände drängen auf einen Ersatz der Benzinlampen durch elektrische Lampen hin, und es ist anzunehmen, daß jene durch diese in wenigen Jahren verdrängt sein werden. Freilich muß dabei der Nachteil der elektrischen Lampen, daß sie Schlagwetter nicht anzuzeigen vermögen und daß sie in matten Wettern fortbrennen, also nicht warnen, mit in den Kauf genommen und durch besondere Sicherheitsvorkehrungen ausgeglichen werden.

Zu einer elektrischen Grubenlampe gehören als Hauptteile die Stromquelle, die Glühbirne und das Gehäuse nebst Zubehör (Schalteinrichtung, Tragevorrichtung). Als Stromquellen werden gewöhnlich Akkumulatoren benutzt, die Blei- oder alkalische Akkumulatoren sein können. Bleiplatten-Akkumulatoren werden neuerdings in der Regel mit festem Elektrolyt (s. Ziff. 204) geliefert.

Digitized by Google

An Stelle der Akkumulatoren sind mehrfach Elemente (z. B. Kohle und Zink) vorgeschlagen worden. Diese bieten an sich wesentliche Vorteile, da sie nach Einfüllen des Elektrolyts sofort betriebsbereit sind. Auch sind sie unempfindlich gegen Kurzschlüsse und besitzen große Schlagwettersicherheit, da bei Kurzschluß die Spannung auf annähernd Null sinkt und keine gefährlichen Funken entstehen. Die Kosten sind freilich hoch, so daß die Elemente bisher noch nicht in erfolgreichen Wettbewerb mit Akkumulatoren haben treten können.

202. — Der Bleiplattenakkumulator. Ein solcher Akkumulator besteht wie jeder Akkumulator aus positiven und negativen Platten, zwischen denen sich als Elektrolyt verdünnte Schwefelsäure befindet. Die wirksame Masse der positiven Platte wird aus Bleisuperoxyd, die der nega-

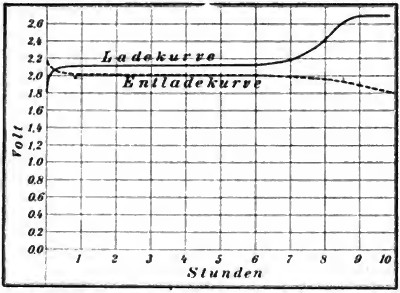


Abb. 573. Lade- und Entladekurve eines Bleiplattenakkumulators bei angemessener Stromstärke.

tiven aus Bleischwamm (metallischem Blei in schwammiger Form) gebildet. Beim Entladen werden durch Wasserstoffentwickelung an der positiven und Sauerstoffentwickelung an der negativen Platte unter Mitwirkung der Schwefelsäure beide Platten zu schwefelsaurem Blei umgewandelt. Es läßt sich dies schematisch wie folgt darstellen:

Geladener Zustand: PbO_2 (pos. Platte) + 2 H_2SO_4 + Pb (neg. Platte).

Bei der Entladung bildet sich: $PbSO_4 + 2\,H_2O + PbSO_4$.

Beim Entladen wird also die Säure des Elektrolyts verdünnt, während beim Laden das spez. Gewicht der Säure größer wird. Im geladenen Zustande des Akkumulators hat die Säure ein spez. Gewicht bis zu 1,2. Beim Laden des Akkumulators steigt die Spannung rasch auf 2,1 Volt und muß dann allmählich bis zum Ende der Ladung auf 2,6—2,7 Volt gebracht werden (s. Abb. 573)[1]. Daher lassen sich z. B. bei 110 Volt Netzspannung $\frac{110}{2,7} = 40$ Akkumulatoren in Hintereinanderschaltung laden. Die beim Laden

[1]) Braunkohle 1913/14, Nr. 15, S. 228; Meuskens: Die tragbaren elektrischen Lampen und ihre Verwendung im Bergbau.

Digitized by Google

vorgeschriebene Stromstärke regelt man durch Vorschalten von Glühlampen oder Drahtwiderständen.

Beim Entladen sinkt die Spannung des Ruhezustandes von annähernd 2,2 Volt fast unmittelbar auf 2 Volt, um sodann, wie es Abb. 573 zeigt, langsam weiter herabzugehen. Ist die Spannung auf 1,8 Volt gesunken, so muß im Interesse der Lebensdauer des Akkumulators die Entladung beendigt werden. Die gespeisten Glühlampen pflegen bei dieser Spannung nur noch mit rötlichem Lichte zu brennen, so daß schon hieran die Entladung zu erkennen ist.

Um höhere Spannungen zu erzielen, als sie mit einem Plattenpaare oder, wie man zu sagen pflegt, einer „Zelle" erreichbar sind, muß man mehrere Zellen hintereinander schalten und zu einer Batterie vereinigen.

Die Höhe der Stromstärke beim Laden und Entladen richtet sich nach der Größe der Plattenoberfläche. Die Ladezeit beträgt zweckmäßig etwa $^2/_3$ der Entladezeit, der Ladestrom 1,5 Amp., d. i. der doppelte Betrag der Entladestromstärke.

Der Akkumulator hält nur eine beschränkte Zahl von Ladungen und Entladungen aus. Seine Lebensdauer hängt von der Plattenstärke, der Plattenoberfläche, der Lade- und Entladestärke des Stromes, sowie von der mechanischen Behandlung im Betriebe ab. Man kann annehmen, daß positive Platten etwa 200, negative etwa 300 Ladungen und Entladungen aushalten.

Der Akkumulator gibt etwa 75—85% seiner Energieaufnahme wieder ab. Liegt aber zwischen Ladung und Entladung eine Zeitspanne von einigen Tagen oder Wochen, so vermindert sich infolge Selbstentladung der Wirkungsgrad. Nach 4—6 Wochen ist Neuladung erforderlich.

In keinem Falle darf ein Akkumulator längere Zeit im entladenen Zustande stehen, weil sich sonst feste Bleisulfatverbindungen bilden, die den Akkumulator schädigen. Entladene Akkumulatoren müssen daher sofort wieder aufgeladen werden.

203. — **Alkalische Akkumulatoren.** Als solche seien der Edison- und der Nickel-Kadmium-Akkumulator genannt.

Bei dem Edison-Akkumulator bestehen die positiven Platten aus Nickelhydroxyd, dem zur Erhöhung der Leitfähigkeit Nickelflocken beigemischt sind. Die negative Masse ist eine Eisen-Sauerstoffverbindung, die ebenfalls zur Erhöhung der Leitfähigkeit einen Zusatz von Quecksilberoxyd erhält. Die wirksame Masse wird in feingelochte Taschen von dünnem, vernickeltem Stahlblech eingepreßt. Als Elektrolyt dient eine 21-prozentige Kalilauge. Bei der Ladung findet eine Reduktion der Eisen- und eine Oxydation der Nickelverbindungen statt, während bei der Entladung die chemischen Vorgänge umgekehrt verlaufen. Die Spannung beim Laden liegt zwischen 1,35 und 1,8 Volt. Beim Entladen sinkt die Spannung allmählich von etwa 1,5 auf 1,1 Volt (s. Abb. 574).

Die Lebensdauer der Edison-Akkumulatoren ist groß und die Wartung einfach. Auch sind sie unempfindlich gegen rauhe mechanische Behandlung. Weitgehende Entladungen, Überladungen und langes unbenutztes Stehen schaden ihnen nicht.

Der Nickel-Kadmium-Akkumulator ist von der Firma Friemann & Wolf zu Zwickau auf den Markt gebracht worden. Bei diesem werden als

Digitized by Google

positive wirksame Masse ebenfalls Nickel-Sauerstoffverbindungen, als negative dagegen Kadmiummetall in Schwammform verwandt. Als Träger der Masse werden sehr dünne, rauhe Metallbleche benutzt, die nach Auftragung der Masse zu starren Platten zusammengepreßt werden.[1]) Als Elektrolyt dient Kalilauge.

Die chemischen Vorgänge sind ebenso wie die Lade- und Entladespannungen ähnlich wie bei dem Edison-Akkumulator. Je Zelle sinkt beim Entladen die Spannung von etwa 1,6 auf 1,1 Volt. Man benutzt Doppelzellen, so daß die Endspannung beim Entladen 2,2 Volt beträgt. Eine gelegentliche tiefere Entladung schadet aber auch hier dem Akkumulator nicht. Ein weiterer Vorteil liegt darin, daß der geladene und mit Kalilauge gefüllte Akkumulator wochenlang stehenbleiben kann, ohne an Spannung zu verlieren.

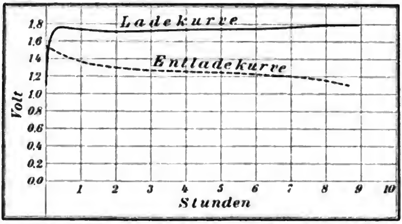


Abb. 574. Lade- und Entladekurve eines Edison-Akkumulators bei angemessener Stromstärke.

Der Einführung der alkalischen Akkumulatoren in größerem Umfange stehen der Nachteil des flüssigen Elektrolyts und des verhältnismäßig hohen Anschaffungspreises entgegen.

204. — Bleiakkumulatoren mit festem Elektrolyt. Der bei den bisher besprochenen Akkumulatoren verwendete flüssige Elektrolyt besitzt, gleichgültig, ob er aus verdünnter Schwefelsäure oder aus Kalilauge besteht, mancherlei Nachteile: Schon bei sehr geringen Undichtigkeiten fließt er aus und wirkt ätzend auf Hände und Kleidungstücke der Arbeiter; wegen der Gasentwickelung namentlich beim Laden des Akkumulators darf der Behälter nicht luftdicht verschlossen sein, sondern es müssen gasdurchlässige Verschlüsse angewandt werden; schließlich macht der Verbrauch an Flüssigkeit häufiges Nachfüllen und Reinigen der Behälter erforderlich.

Wie bei den Trockenelementen (s. S. 242, Ziff. 164) ist es jetzt auch bei Bleiakkumulatoren gelungen, den sauren Elektrolyt durch Zusatz von Wasserglas in eine feste, gelatineartige Form zu bringen, die die genannten Nachteile vermeidet.

Der feste Elektrolyt setzt zwar den Wirkungsgrad des Akkumulators um einige Prozent herab, hat sich aber im übrigen so gut bewährt, daß er heute in Grubenlampen mit Bleiakkumulator ausschließlich verwendet wird.

[1]) D. R. P. 238232, 241732, 241733, 242047, 250385 und 252707.

vorgeschriebene Stro[illegible] ... Glühbirne und das Schutzglas. Die früheren Kohlen-
oder Drahtwi[illegible] ... einen zu hohen Stromverbrauch, so daß für eine
Bei [illegible] ... Lichtstärke das Gewicht der Akkumulatoren verhältnismäßig
2,2 V[illegible] ... wesentlichen Fortschritt bedeutete die Einführung
langs[illegible] ... Metallfadenlampen deren Stromverbrauch nur etwa 30% desjenigen
muß [illegible] ... Kohlenfadenlampen beträgt.[1]) Annähernd in demselben Maße konnte
en [illegible] ... das Gewicht der Akkumulatoren vermindert werden. Man kann deshalb
r [illegible] ... sagen, daß die elektrische Grubenlampe erst durch die Erfindung der Metallfadenlampe lebensfähig geworden ist. Hauptsächlich stehen Osramlampen in Anwendung.

Der Kraftverbrauch bei diesen Lampen beträgt 1—1,5 Watt oder Voltampere je Normalkerze und ist um so niedriger, je größer die erzeugte Lichtstärke ist. Für Mannschaftslampen sieht man etwa 1,5 Normalkerzen als ausreichend an, wobei das Licht dasjenige der Benzinsicherheitslampe, die nur 0,9 Kerzenstärke besitzt, erheblich übertrifft. Der Stromverbrauch ist in diesem Falle etwa 1 Ampere, so daß also eine Zelle ungefähr 2,0 Watt leistet. Für Arbeiten in Rauch und Qualm ist eine solche Lichtstärke nicht ausreichend. Man benutzt hierfür 3—4-kerzige Lampen, die dann eine Batterie von zwei hintereinander geschalteten Zellen haben. Für besondere Zwecke (Arbeiten in Schächten, Beleuchtung von Anschlagspunkten), wo das Gewicht eine geringere Rolle spielt, werden 6-, 10- bis 24-kerzige Lampen benutzt.

Die Lebensdauer einer Glühbirne beträgt etwa 400—600 Brennstunden, ist aber von der Behandlung in hohem Maße abhängig, da die Metallfäden empfindlich gegen Stoß sind.

Zum Schutze der Glühbirne dient eine darüber gestülpte Schutzglocke aus dickem Glas. Neuerdings hat man versuchsweise statt des gewöhnlichen hellen Glases ein mattiertes für die Schutzglocke benutzt, das ohne merkliche Beeinträchtigung der Leuchtkraft die grelle Schattenbildung vermeidet und das Auge des Bergmanns schont.

206. — Das Gehäuse. Das Gehäuse aus starkem Eisenblech besteht aus einem Unter- und Oberteil und nimmt in seinem Unterteile den Akkumulator auf, während der abnehmbare obere Teil, der Deckel, gewöhnlich für die Aufnahme der übrigen Teile bestimmt ist. Der Akkumulator wird nicht unmittelbar in das Gehäuse, sondern zunächst in ein besonderes Gefäß eingesetzt, das bei den Bleiakkumulatoren wegen des sauren Elektrolyts aus Zelluloid, bei den alkalischen Akkumulatoren aus einer Eisentasche und bei den Akkumulatoren mit festem Elektrolyt aus Bleiblech besteht. Bei den Gefäßen aus Zelluloid ist dessen Feuergefährlichkeit zu beachten. Der sodann das Gefäß aufnehmende Lampenunterteil muß vor allen Dingen widerstandsfähig sein, um die Stöße und die Beanspruchungen des Grubenbetriebes auszuhalten.

Bei Lampen mit festem Elektrolyt wird der Akkumulator in fester Verbindung mit dem Lampenunterteil geliefert. Das Laden des Akkumulators erfolgt also im Unterteil, während bei den Lampen mit flüssigem

---

[1]) Techn. Blätter 1912, Nr. 39, S. 310; Mönkemeier: Die Entwickelung der Metallfadenlampe usw.

Digitized by Google

Elektrolyt der Akkumulator der Gasentwickelung wegen herausgenommen werden muß.

Der Querschnitt des Gehäuses ist für mehrzellige Batterien am besten rechteckig, da flache Akkumulatorplatten aneinandergelegt die rechteckige Form bedingen. Für einzellige Lampen wird die runde Form bevorzugt, bei der die Platten konzentrisch ineinander stecken können. Die Herstellung

Abb. 575. Ansicht der Ceag-Lampe.

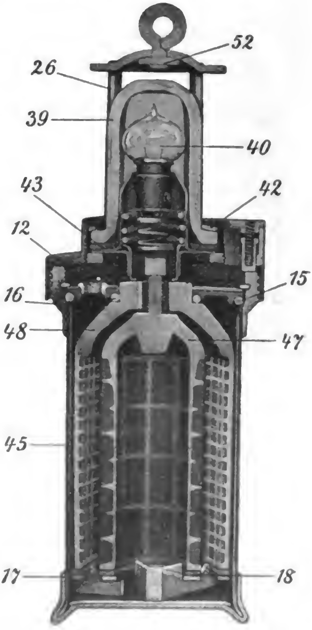


Abb. 576. Ceag-Lampe im Schnitt.

des Gehäuses ist in diesem Falle billiger, und dieses ist widerstandsfähiger. Auch sonst hat sich die zylindrische Form der Elektroden gut bewährt, da sie nicht allein gegen Stöße und Erschütterungen, sondern auch gegen das Verziehen im Falle von Überladungen und Unterentladungen sich als haltbar erwiesen hat.

Der Verschluß des Gehäusedeckels muß für Mannschaftslampen ein sicherer Magnetverschluß sein. Bei Lampen für besondere Zwecke begnügt man sich mit einem Schrauben- oder Splintverschluß.

Digitized by Google

Durch die im Gehäusedeckel untergebrachte Schalteinrichtung kann der für gewöhnlich unterbrochene Stromkreis geschlossen werden. Die Schaltung ist so, daß das Gehäuse stromlos bleibt.

Abb. 577. Ceag-Abteuflampe.

Dem Ganzen gibt man gern eine solche Form, daß die Lampe äußerlich einer gewöhnlichen Grubenlampe ähnlich sieht und der Traghaken oben in einer Öse befestigt wird (s. die Abbildungen 576, 577, 579 u. 580).

207. — Ausführungsformen. Mit der Herstellung und dem Vertrieb elektrischer Grubenlampen beschäftigen sich insbesondere die Concordia-Elektrizitätsgesellschaft zu Dortmund, Friemann & Wolf zu Zwickau, die Grubenlampenfabrik Dominit zu Hoppecke i. W. und die Venta Akkumulatoren- und Grubenlampenfabrik in Leipzig. Die einzelnen Ausführungen weichen, wenn man von dem grundlegenden Unterschiede der Blei- und alkalischen Akkumulatoren und der Verwendung eines flüssigen oder festen Elektrolyts absieht, nicht erheblich voneinander ab. Einige der Lampen mögen im folgenden kurz besprochen werden.

Die verbreitetste Lampe ist die Ceag-Lampe (Marke Rmc), mit festem Elektrolyt der Concordia-Elektrizitätsgesellschaft zu Dortmund (Abb. 575 u. 576). Die Elektroden werden in dem Lampenunterteil durch einen besonders isolierten Abschlußdeckel und einen Spannring festgehalten. Die Stromübertragung erfolgt durch konzentrisch

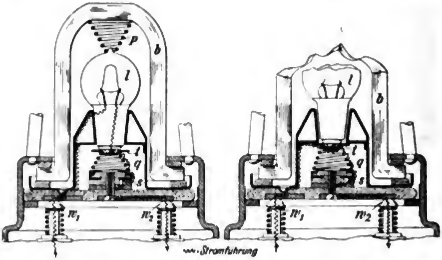


Abb. 578. Schalteinrichtung der Ceag-Lampe bei Zertrümmerung der Schutzglocke.

angeordnete Pole unmittelbar von dem Akkumulator nach der Glühbirne hin. Die gesamte Anordnung der Stromübertragung liegt verdeckt und gut geschützt im Oberteil der Lampe, so daß ein Verschmutzen und

Digitized by Google

Oxydieren fast ganz verhindert ist. Die Lampen lassen sich in sehr kurzer Zeit, nämlich in etwa vier Stunden, aufladen und besitzen dann je nach der Leuchtkraft des gewählten Glühlämpchens eine für 2—3 Schichten ausreichende Brenndauer. Die Glühlampen werden für zwei Stromstärken,

Abb. 579.

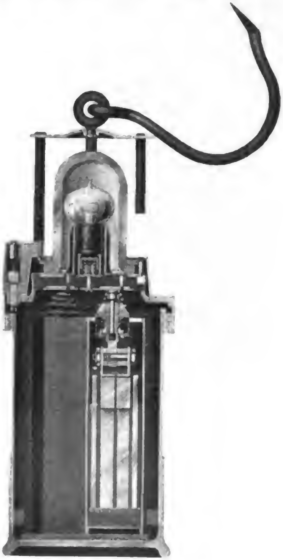


Abb. 580.

Lampe mit alkalischem Akkumulator von Friemann & Wolf (Ansicht und Schnitt).

und zwar für 0,75 und 0,5 Ampere geliefert, wobei die Leuchtkraft 1,5 und 1,0 NK beträgt. Das Gewicht der Lampe ist 2,5 kg.

Für Abteufzwecke liefert die Ceag die in Abb. 577 dargestellte Lampe. Der Beleuchtungskopf mit 2 oder 4 Lampen ist an einem Bügel angebracht, der um die wagerechte Mittelachse drehbar und in jeder Stellung feststellbar ist. Die Lichtstärke beträgt etwa 16 NK; die Lampe ist 400 mm hoch, 170 mm breit und 150 mm lang und wiegt 18 kg.

Abb. 578 zeigt die Anordnung einer selbsttätigen Stromunterbrechung, wie sie auf Verlangen für den Fall des Bruches der Schutzglocke angebracht wird. Federnde Kontakte w_1 und w_2 leiten den Strom in den Oberteil der Lampe. Die Glühbirne l ist zwischen zwei Spiralfedern gelagert.

Die Abbildungen 579 u. 580 zeigen die Lampe von Friemann & Wolf mit alkalischem Nickel-Kadmiumakkumulator (s. Ziff. 203), die eine außer-

Digitized by Google

ordentliche Lebensdauer besitzen und 2000 Ladungen und Entladungen aushalten soll. Die Leuchtkraft beträgt annähernd 2 NK, das Gewicht 2,1 kg und die Brenndauer 12 Stunden.

208. — Bewährung der elektrischen Lampen. Wenn auch gewisse Eigenschaften der elektrischen Grubenlampen, insbesondere die Empfindlichkeit der Akkumulatoren gegen Stoß und unsachgemäße elektrische Behandlung, zu Bedenken Anlaß geben können, so haben doch die tatsächliche Einführung und die von Jahr zu Jahr schnell wachsende Verbreitung der Lampen gelehrt, daß die genannten Übelstände nicht von entscheidender Bedeutung sind. Nachdem durch die Benutzung des festen Elektrolyts auch die Nachteile, die so lange aus der Verwendung flüssiger Schwefelsäure oder Kalilauge folgten, beseitigt sind, scheint die Grundlage für eine allgemeine Einführung der Lampen auf Schlagwettergruben gegeben zu sein.

In Deutschland wird die Einführung dadurch begünstigt, daß sich wegen der hohen Benzinpreise z. Zt. der Betrieb der elektrischen Lampen wesentlich billiger als derjenige der Benzinlampen stellt. Man wird annehmen können, daß die Lampenschicht einer elektrischen Grubenlampe etwa 50—60% billiger als die einer Benzinlampe ist. Noch günstiger stellt sich das Bild, wenn man die Lichtstärke oder Kerzenzahl als Einheit wählt und berücksichtigt, daß bei einer Benzinlampe die Leuchtkraft während der Schicht durch inneres Beschlagen des Lampenglases nachläßt, während dies bei der elektrischen Lampe nicht der Fall ist.

Digitized by Google

Sach- und Namenverzeichnis.

Aachener Steinkohlenbecken 31. 49. 50. 53. 54. 70.
Abbau 277. 324 u. f.
— auf Nachbarflözen 325. 326.
— mit Bergeversatz 326. 340 u. f.
— — Bergfesten 326. 416 u. f.
— — Spülversatz 394 u. f. 407. 408.
— — Schüttelrutschen 359 u. f.
— und Gebirgsbewegungen 424 u. f.
Abbauarten 326 u. f. 383 u. f.
Abbauhämmer 140 u. f. 145. 206.
Abbaukammern, Größen 423. 424.
Abbaustrecken 278. 316. 317. 351. 352. 354.
Abbauverfahren für mächtige Lagerstätten 385 u. f.
— mit Bergeversatz, Beurteilung 378 u. f.
Abbauverluste 324, 325, 341, 432.
Abdruckbüchse 93.
Abfallende Wetterführung 542.
Abfanggabel 91.
Abhauen 278. 318. 319.
Abkühlung der Grubenbaue 443. 444.
Ablenkung söhliger Bohrungen 123. 124
Ablotung von Bohrlöchern 117. 118.
Abrasion, marine 7. 8.
Absitzbecken für Spültrübe 414.
Absperrtüren 558.
Abspritzanlagen beim Spülversatz 397. 402. 403. 412.
Abteilungsquerschläge 278. 298. 299. 300. 308. 312.
Abtragung 8.
Abziehzündung 230. 235. 236.
Achepohl 60.
Achsialgebläse 580.
Adalbert-Schacht, Erzbergwerk 291.
Äquivalente Grubenöffnung 514.
Agrappe, Steinkohlengrube 462.
Ahlburg, Dr. 331.
Akkumulatorenlampen 598 u. f.
Alaunschiefer 12.
Algonkium 12.
Alkalische Akkumulatoren 600.
Allgem. El.-Ges., Achsialgebläse 579. 580.
— — Drehbohrmaschine 169. 170. 171.
Allochthone Kohlenbildung 48.
Alluvium 3. 12.
— im Ruhrbezirk 64. 65.
Alma, Steinkohlengrube 404.
Alpen 4. 31.
Alte Baue, Lösung 323. 324.
Altenberg, Zinkerzlagerstätten 41. 82.
Altenwald, Steinkohlengrube 400. 401. 410.
Altertum der Erde 3. 12.
Aluminiumkapseln 234.
Alvensleben 252.
Amalie, Steinkohlengrube 204.
Ambronn, Dr. 81.
Ammongelatine 1. 218.
Ammonit 1—7 208. 212. 220.
Ammonsalpetersprengstoffe 212, 218 u. f. 226 u. f. 230.
Analyse der Schlagwetter 476.
Anemometer 503 u. f.
Anfahrschächte 281.
Anhydrit 13.
Anjou, Dachschieferbergbau 424.
Ankylostomiasis 450.
Anschläge von Bremsbergen 321, 322
— — Stapelschächten 312.
Anschütz, Neigungsmesser 118.
Ansetzen der Schüsse 270.
Ansteigen der Querschläge 307. 308.
Anthracosia 55.
Anthrazit 54.
Arbeitsfähigkeit der Sprengstoffe 210.
Arbeitsleistung der Wetterbewegung 516.
Arbenz 443.
Archäische Periode 3. 12.
Argon 444.
Asbest 36.

Digitized by Google

Asche der Brennstoffe 46.
— vulkanische 5. 6. 11.
Asphalt 12. 36.
Atmosphäre 2. 6 u. f.
Atmosphärische Luft 444 u. f.
Aufbruchbewetterung 581. 582.
Aufbruchbohrgesellschaft m. b. H. 129.
Aufbruchbohrmaschinen 127 u. f.
Aufbrüche 278. 293. 298. 303. 309 u. f. 341. 342.
Auflockerungszahl 345.
Aufriß 278.
„Aufrollen" der Bremsbergfelder 300. 305. 306. 352. 353. 378.
Aufsattelung bei Schächten 285.
Aufschlußbohrungen 82.
Aufsteigende Wetterführung 541. 542.
Aufsuchen der Lagerstätten 80 u. f.
Auftauen des Dynamits 217.
Auskochen der Sprengschüsse 208.
Auslauf der Ventilatoren 527.
Ausrichtung 277. 279 u. f. 291. 297. 298.
Ausrichtungsbetriebe, Auffahren 307 u. f.
Austausch-Lagerstätten 35. 37.
Austrocknung der Grube 450. 451.
Außenbesatz 492.
Außenzündung 230.
Autochthone Kohlenbildung 48.
Aviculopecten 55.
Azetylenlampen 585. 597.
Azimut 14.

Baggerarbeit bei Spülversatz 397.
Baggert 73.
Bahnbruch 313. 314. 320. 352.
Bandverbindung für Lutten 571.
Bansen 82. 104. 118. 126. 127. 166.
Barrierenpfeiler im Abbau 421.
Basalt 10.
Bauabschnitte 305.
Bauabteilungen 299. 305.
Baufelder 285.
Bauhöhe, flache 15. 305. 306.
Baur 458.
Beck, Dr. 38. 42. 453.
Begleitstreckenbetrieb 314. 565 u. f.
Behrens 459. 468.
Beissel, Dr.-Ing. 152.
„Belgische Methode" beim Tunnelbau 436.
Bendigo, Golderzbergwerk 291.
Bentrop, Schleusentrommel 551. 552.
— Verladehalle 550. 551.
Benzinsicherheitslampe 478. 479. 587 u. f.
Benzollokomotiven 455.
Berckhoff 578.
Bergedamm 314. 330.
Bergehalden 345.
Bergekasten 315. 352. 377.
Bergemühlen 346. 421.
Bergerollöcher 322. 323.
Bergerutschen 361. 362. 364. 365.
Bergeversatz, Abbauarten 348 u. f.
— Bedeutung 426.
— beim Kammerbau 422. 423.
— mit Druckluft 395.
— Spülversatz 394 u. f.
— Zusammenpressung 343.
Bergewirtschaft 346. 347.
Bergfesten im Abbau 416 u. f.
Berggold 80.
Bergmittel 44. 345. 349. 385 u. f.
— beim Firstenbau 368. 369. 379.
— — Pfeilerbau 333.
— — schwebenden Stoßbau 383.
Bergschäden 340. 429.
Bergschüsse 424.
Berieselung 486 u. f.
Bernburger Glockenbau 423.
Bernhardi 75. 431.
Bernstein 12. 36.
Bernstein 261.
Berührungslagerstätten 35. 37.
Beryll 36.
Besatz für Sprengluftpatronen 263.
Bestäubung 491.
Beuthener Mulde 41. 74. 76.
Bewetterung von Vorrichtungsstrecken 330.
Beyling 222. 225. 274. 473. 477. 482. 484. 491. 588. 595.
Beyschlag 35.
Bickefelder Verwerfung 60.
Bickfordsche Zündschnur 231.
Binnensee-Kohlenbildung 48. 49.
Bismarck, Leitflöz 53. 55 u. f.
Bitumen 47.
Bläser 465 u. f.
„Blätter" 32.
Blasende Luttenbewetterung 574.
— Wetterführung 545. 546.
Blechlutten 570 u. f.
Bleicherode, Kalisalzwerk 410.
Bleierze 12.
Bleimörserprobe 211. 212.
Bleiplattenakkumulator 599.
Blindörter 350. 359. 360. 363.
Blindschächte 278. 298. 301. 303. 309 u. f.

Digitized by Google

Blumenthaler Verwerfung 60.
Bochumer Mulde 58.
Bodenbewegungen durch Abbau 424 u. f.
Bodeneigene Kohlen 48.
Bodenfremde Kohlen 48.
Böker 22.
Böschungsprünge 20. 22.
Bohnerz 12.
Bohrbär 88.
Bohrbüchse 88.
Bohrbündel 91.
Bohrdiamanten 105. 106.
Bohrdocke 86.
Bohreisen 161.
Bohrerschärfmaschine 202.
Bohrgestänge 87. 95. 96.
Bohrhämmer 205. 206.
Bohrkosten (Söhligbohrung) 124.
-- (Tiefbohrung) 118. 119.
Bohrkrone 101. 105. 111.
Bohrlochweite, Einfluß 274.
Bohrmeißel 87. 88. 174. 175.
— für Spülbohrung 97.
Bohrpumpen 95.
Bohrsäulen 186 u. f.
Bohrschacht 86.
Bohrschere 91.
Bohrschmand 83. 85.
Bohrschwengel 86. 98. 99.
Bohrtäucher 86. 91.
Bohrtürme 85. 86.
Bohrwagen 110. 188.
v. Bolesta-Malewski 343.
Bolkens Erdbohrer 83.
„Boorts" (Diamanten) 105.
Bornhardt 40.
Bornhardtscher Funkenzünder 247.
Bornhardtsche Zündmaschine 239.
Borsig A., Masch.-Fabr. 414.
Bosseyeuse 155.
Boty-Lampe 587.
Bracht 461.
Bradegrube, Steinkohlengrube 221.
Brandi 576.
Brandtsche Drehbohrmaschine 171 u. f. 205.
Braunkohle 11. 12. 45. 47.
Braunkohlenbergbau 338 u. f. 395. 411. 412.
Breitauffahren 314. 315. 333. 565. 568.
Breitaufhauen von Bremsbergen 320.
Breithaue 139.
Breitkeil 154.
Breiversatz 412.
Bremsberge 278. 304. 318. 319 u. f.
Bremsbergförderung 299. 300.
Brenner 471.
Brenngeschwindigkeit der Zündschnur 231. 232.
Brisante Sprengstoffe 207. 212.
Brockenfänger 107.
Brown 291.
Bruchbau 326. 335 u. f.
Bruchtheorie 429.
Bruchwinkel 325. 326. 428. 432.
Brückenglühzünder 238. 257. 258.
Brücher, Dr. 416.
Brunnenbohrer 103.
Bulgis 258.
Buntsandstein 12. 61. 62. 63. 70. 76.
Burat 43.
Burbach, Gewerkschaft 123.
Busch 275. 403. 405.
Butzen 37. 41.

Cabolet 143.
Calamites 49.
Canaval 475.
Cannelkohle 47.
Capell-Ventilator 531. 532.
Carben 262.
v. Carnall 23.
Casella-Anemometer 503.
Ceag-Lampe 603. 604. 605.
Cenoman 12. 63. 64. 77.
Cerfunkenzündung 590. 591 u. f. 597.
Chatelier Le 473.
Cheddit 221.
Chloratit 1—3 221.
Chloratsprengstoff 221 u. f. 226. 230.
Chlormagnesiumlauge für Berieselung 490.
City and Village, Golderzbergwerk 291.
Clanny-Lampe 587.
Cloos 152. 204.
Clowes-Lampe 480.
Concordia Elektr.-Ges. 603.
— Steinkohlengrube 549. 577.
Consolidation, Steinkohlengrube 152. 159. 303. 434. 464. 515.
Cordaites 49.
Craeliussches Bohrverfahren 120.
Cremer, Dr. L. 29. 30. 60. 66. 430.
Crotogino-Rohre 404.
Czuchow, Bohrloch 75. 112. 441.

„Dach" 307.
Dachschieferbergbau 424.

Dahlhauser Tiefbau-Graf Bismarck-Verwerfung 60.
Damm s. Bergedamm.
Dampfrohrleitungen als Wetterbewegungsmittel 520.
Dannenberg 48. 50. 73. 76. 78.
Dathe 76.
Davy-Lampe 586. 587.
Deckgebirge 82. 284. 285.
— im Aachener Bezirk 72.
— — Ruhrbezirk 61 u. f.
— — Saarbezirk 70.
— in Oberschlesien 76.
Deckgebirgsicherheitspfeiler 432. 433.
Deflagration 207.
Dehnke 550.
Deklination 14.
Demag, Bohrhammersteuerung 191.
— Bohrwagen 188.
— Drehbohrmaschinen 167.
— Hammerbohrmaschinen 197.
— Luftmesser 203.
— Pulsatormaschine 186.
— Schrämmaschine 146.
— Stoßbohrmaschine 178. 180.
Demanet 32. 43. 462. 540.
Denudation 8.
Depoele van, Bohrmaschine 182.
Depression 481. 499 u. f. 534. 543. 544.
Depressionsformel 509.
Depressionsmaschinen 522 u. f.
Depressionsmesser 500.
Detonation 207.
Deutscher Kaiser, Steinkohlengrube 403. 404. 409.
Deutsches Tiefbohren 85 u. f.
Deutsche Tiefbohr-A.-G. 101. 108. 109. 115.
Devon 3. 12. 61.
Diabas 10.
Diagonalen 278.
Diagonaler Pfeilerbau 332. 333.
— Strebbau 355. 356.
Diagonale Wetterführung 553.
Diamantbohrung 105 u. f. 118. 119 u. f. 160.
Diamantdrehbohrmaschinen 173.
Diamanten, Vorkommen 36. 42. 43.
Dickspülung 84. 95. 115.
Dietz 443.
Diffusion des Grubengases 470.
Diffusor 528.
Diluvium 3. 12.
— im Ruhrbezirk 64. 65.
Dinitrochlorhydrin 217.
Dinnendahl R. W. 531.
Diskenkronen 106.
Diskordanz 13.
Dobbelstein 128. 258. 413. 549. 577.
Döhlener Steinkohlenablagerung 78.
Dogger 12.
Dolomit in Kohlenflözen 44.
Dominit, Lampenfabrik 603.
Donarit 208.
Donlägig s. tonnlägig.
Doppelförderung in Schächten 288. 289.
Doppelhacke 139.
Doppelkernrohr 107. 108.
Doppelkorblampen 589 u. f. 596.
Doppellagerung von Schichten 28. 33. 34.
Doppelschachtanlagen 286.
Doppelschraubensäule 187.
Dorstfeld, Steinkohlengrube 149. 158.
Drahtkorb für Sicherheitslampen 589.
Drehbohrmaschinen 164 u. f. 205. 206.
Drehendes Bohren bei der Sprengarbeit 160 u. f.
— — (Tiefbohrung) 82. 83. 105 u. f.
Drehkopf 96.
Drehtüren für Wetterführung 560.
Drehverwerfer 22.
Drehwage 81.
Dreifach-Mischung 588.
Dreifüße 188.
Drekopf, Dr. 441. 444.
Drillingschächte 286.
Drosseltüren 558. 561.
Drosselung 557.
Druckgefälle des Wetterstromes 498 u. f.
Druckluftmesser 203.
Druckluftverbrauch 481.
Druckluftversatz 395.
Druckluftwirtschaft 204. 206.
Druckspülung 398. 399.
Druckwasser-Abtreibevorrichtung 156.
— -Drehbohrmaschine 171 u. f.
Druckwassersäule 187. 188.
Druckwelle im Hangenden 343. 344. 426. 434.
Dubois u. François, Keilvorrichtung 155. 156.
Dudweiler, Steinkohlengrube 366.
Dünenbildung 9.
Dütting 344. 386.
Durchbiegungstheorie 429.
Durchgangsöffnung 533. 534.
Durchhiebe 278. 318.
Durchschieben bei der Schachtförderung 289.

Digitized by Google

Dyas 3. 12.
Dynamit 207. 208. 210. 212. 215. 218. 230.
Dynamit A.-G. Nobel 242.
Dynamoelektrische Zündmaschinen 240 u. f.

Ebeling 221. 291.
Eckardt 427. 429.
Edelsteinseifen 12.
Edison-Akkumulator 600. 601.
Eiberg, Steinkohlengrube 515.
Eigene Berge 342. 343. 345. 349.
Einbruch beim Kammerbau 420.
Einbruchschießen 270. 271.
Einecker 461.
Einfache Gänge 39.
Einfallen 14. 15.
— und Abbauwirkungen 426.
Einlauf bei Ventilatoren 526.
Einsatzschneiden an Schlangenbohrern 160.
Einschachtsystem 552.
Einseitig saugende Ventilatoren 527.
Einsturzbeben 5.
Eisabschliff 8.
„Eisen" 154.
Eisenbeissche Schrämmaschine 146.
Eisenerze 12. 38. 43.
Elastische Wellen für Aufschlußarbeiten 81.
Elektrische Aufschlußarbeiten 81.
— Bohrhämmer 194.
— Drehbohrmaschinen 168 u. f.
— Lampen 598 u. f.
— Zündung 230. 236 u. f. 265.
— — Unfälle 269.
Elektrolyt, fester 601.
Elektromagnetverschlüsse 593.
Elektropneumatische Bohrmaschinen 185.
Elemente als Zündmaschinen 242 u. f.
Emscher-Mergel 64.
— Mulde 59.
Englische Tiefbohrung 85.
Entspannungsverhieb 341. 433.
Entstehungsursachen der Schlagwetterexplosionen 474 u. f.
Entzündungstemperatur der Schlagwetter 473.
Eocän 12.
Eötvössche Drehwage 81.
Epigenetische Lagerstätten 35. 37.
Erbstollen 280.
Erda-A.-G. 81.
Erdbeben 5. 21.
Erde, Größenverhältnisse 2. 3.
Erdinneres, Kräfte 2 u. f.
Erdmann 458.
Erdöl 12. 36. 37.
Erdrinde 2 u. f. 3. 9 u. f.
Erin, Steinkohlengrube 365.
Erlinghagen 118.
Erosion 7.
Erratische Blöcke 8. 65.
Erschütterungen durch Abbau 424. 426.
Erstarrungsgesteine 10.
Eruptivgesteine 10.
— im Saargebiet 69.
— in Niederschlesien 77. 78.
Erweiterungsbohrer 113. 114. 275.
„Erzfälle" 45.
Erzfirstenbau 356 u. f. 381. 382.
Erzgänge 35. 37. 38 u. f. 61.
Erzgangbergbau 315. 323. 356 u. f. 385.
Erzlagerstätten 36. 37.
Essener Grünsand 63. 64.
— Mulde 58.
Ewald, Steinkohlengrube 465. 560.
Exploration, G. m. b. H. 81.
Explosible Gasgemische 472.
Explosion der Schlagwetter 471 u. f.
— — Sprengstoffe 206 u. f.
Explosionschnelligkeit 207. 210.
— der Schlagwetter 473.
Explosionschwaden 476.
Explosionsfang 497.
Explosionspillenzündung 590. 597.
Explosionstemperatur der Schlagwetter 472.
— — Sprengstoffe 209.
Explosionswelle 207.
Expreß-Bohrverfahren 102.
Exzentrischer Meißel 113. 114.

Fabianscher Freifall 89. 90.
Fabrik elektr. Zünder 240. 241. 242. 243. 246. 249. 255.
Fabrik für Bergwerksbedarfsartikel 129. 168. 192.
Fäustel 154. 189.
Fahrbare Stoßschrämmaschine 145.
Fahrüberhauen 318. 320.
Faille du midi 31.
Fallinie 15.
Faltenachsen 17. 18. 28.
Faltengebirge 4.
Faltenverwerfungen 28 u. f.
Faltung 3. 4. 13 u. f. 23. 24.
— im Aachener Bezirk 72.

Digitized by Google

Faltung im Ruhrkohlenbecken 58 u. f.
Fangdorn 93.
Fangglocke 92. 93.
Fangmagnet 93.
Fangschere 93.
Fangwerkzeuge 92 u. f.
Farne 49.
Fauckscher Erweiterungsbohrer 113.
Faucksches Bohrverfahren 102.
Faulschlammkohle 45. 46. 47.
Fayol 345.
Federbüchse 93.
Feldbiß, Verwerfung 71. 72.
Feldortstrecken 312. 357.
Ferdinandgrube, Steinkohlengrube 414.
Fernzündung 230.
Fettkohle 55 u. f. 67. 71. 77.
Fettkohlengruppe 53. 55 u. f. 67.
Feuchter 277.
Fimmel 155.
Findlinge 8. 65.
First 307.
Firstenbau 379. 387. 434.
— auf Erzgängen 356 u. f. 381. 382.
— — Steinkohlenflözen 367 u. f.
Firstenverhieb 438.
— beim Kammerbau 419 u. f.
Flache 283.
Flächengedinge 133.
Flammenerscheinungen der Sicherheitslampe 478.
Flammentemperatur der Sprengstoffe 209.
Flammkohle 54. 68. 74.
Flegel 412.
Fliegel 62. 71.
Flöze 36. 37.
Flözführendes Steinkohlengebirge, Vergleichstafel 53.
Flözgruppen im Saarbezirk 67 u. f.
— in Niederschlesien 77.
— — Oberschlesien 73. 74.
Flözleerer Sandstein, Flözleeres 52. 53.
Flottmann, Bohrhammer 190 u. f. 194.
— Hammerbohrmaschine 196. 197.
— Wasserspülvorrichtung 199.
Flügelörter 280.
Flüssige-Luft-Sprengkapsel 264. 265.
— — -Sprengverfahren 212. 259 u. f.
— — — Unfälle 269.
Flußterrassen im Ruhrbezirk 65.
Förderrollen 322. 323.
Förderstuhl 91.
Förster 81.
Formationen 11. 12.
Forstmann, Dr.-Ing. 477.
Fräser (Tiefbohrung) 94.
Fräsketten-Schrämmaschinen 148. 149.
François, Rammkeil 155.
Frankesche Schrämmaschine 140. 190.
Frantz, Gesteinstaubkasten 495.
Frech 73. 78.
Freifall für Spülbohrung 97.
Freifallvorrichtungen 89. 90.
Freihand-Drehbohrmaschinen 165 u. f. 205.
Fremde Berge 342. 343. 345. 351.
Friedrich Thyssen, Steinkohlengrube 362. 496.
Friemann & Wolf 480. 585. 592. 594. 595. 597. 600. 603. 605.
Frische Wetter 439.
Frölich & Klüpfel 167. 192. 581. 583.
Füllörter, Herstellung 435 u. f.
Fürer 419. 423.
Funkenreißen und Schlagwetterentzündung 475.
Funkenzündung 238. 247 u. f. 256. 257. 258.

Gaebler 73. 75.
Gänge 10. 37. 38 u. f.
Galloway, Moosbesatz 223.
Galvanoskop 254.
Gangablenkungen 44. 45.
Gangmauern 80.
Garforth 490.
Garforthsche Schrämmaschine 149.
Gasausbrüche, plötzliche 461 u. f. 467.
Gasdruck bei der Sprengstoffexplosion 210.
— in der Kohle 459. 460.
Gasflammkohle 48.
Gasflammkohlengruppe (Ruhrbezirk) 53. 55 u. f.
Gaskohle 54.
Gaskohlengruppe (Ruhrbezirk) 53. 55 u. f. 286. 294.
Gault 12.
Gaze 435.
Gebhardt 40.
Gebirgsbewegungen durch Abbau 424 u. f.
Gebirgsbildung 3 u. f.
Gebirgschläge 424. 430. 464.
Gebirgslehre 2 u. f.
Gebirgstörungen s. Störungen.
Gebrochene Schächte 283.
Gedinge 132 u. f.
Gefrierbohrlöcher 82. 83. 102. 103. 117.

Digitized by Google

Gehäuseventilatoren, Luftverbrauch 206.
Geisler-Ventilator 528. 529.
Gelatinedynamit 218.
Gelatinöse Sprengstoffe 212.
— Wettersprengstoffe 226. 227. 228. 230.
Geleucht 584 u. f.
Gelignit 218.
Gelsenkirchener Sattel 30. 58.
— Überschiebung 60.
Gemischte Entlohnung 133.
General Blumenthal, Steinkohlengrube 558.
Generalgedinge 133.
Generalstreichen 15.
— im Ruhrbezirk 59.
Geologische Zeiträume 3.
Geothermische Tiefenstufe 440. 441.
Gerhard, Steinkohlengrube 291.
Gerke 82. 154. 194. 202. 361. 363.
Germania-Bohrmaschine 162.
Geschichtete Lagerstätten 35. 37.
Geschwindigkeitshöhe 501. 502.
Geschwindigkeitsmesser 503.
Gesenke 278. 293. 298.
Gestänge für Tiefbohrung 87. 95. 96.
Gestängebohren 85 u. f.
Gestängerechen 91.
Gestängeschlüssel 92.
Gesteinsbremsberge 304.
Gesteinshacke 139.
Gesteinslehre 9 u. f.
Gesteinsprengstoffe 208. 215 u. f.
Gesteinsproben (Tiefbohrung) 115.
Gesteinstaubhorden 494.
Gesteinstaubkästen 494 u. f.
Gesteinstaubmatten 494.
Gesteinstaubschranken 493.
Gesteinstaubsperren 486. 492 u. f.
Gesteinstaubverteiler 492.
Gesteinstaubverwendung 490 u. f.
Gewerkschaft Carl, Lampen 585. 597.
Gewinnbarkeit 135. 136.
Gewinnungsarbeiten 132 u. f.
Geyler 421.
Gezeugstrecken 312.
Giftige Wetter 439.
Gipslagerstätten 11.
Glanzkohle 47.
Gleichwertige Grubenöffnung 514.
— Länge 512.
Gletscher 8. 13.
Glockemeier 105.
Glockenbau 423.
Glocken beim Abbau 335. 423.
Glöckner 410.
Glimmer 36.
Glimmerschiefer 10. 12.
Glückauf, Kalisalzwerk 410.
— Masch.-Fabr., Staubbeseitigung 200.
— — Steuerung 191.
Glückshaken 92.
Glühbirne an elektr. Lampen 602.
Gneis 10.
Goetze 185. 204.
Goldreich 427. 429.
Goldseifen 12. 42. 43.
Gottessegengrube, Steinkohlengrube 261.
Gräben 4. 23. 34.
— im Ruhrbezirk 59.
Gräff 431.
Grafit 12. 36.
Grahn 43. 365. 369. 462. 540. 549.
Granat 36.
Grand 6.
„Grand transport" in Belgien 32.
Granit 10.
Grauwacke 10.
Grenzläufige Wetterführung 553. 554.
Grenzwinkel 429.
Greßly 41.
Grewen, Bohrvorrichtung 130.
Griffelschiefer 12.
Gropp 266. 447.
Grubenbaue 277 u. f.
Grubenbewetterung 439 u. f.
Grubenbrände 416. 433. 474.
Grubengas 458 u. f.
Grubengasausbrüche 461 u. f.
Grubenlampen 585 u. f.
Grubentemperatur 440 u. f.
Grubenweite 514. 534. 536.
Grubenwetter 444 u. f.
— Gewicht und Volumen 480.
Grünstein 10.
Grundriß 278. 279.
Grundstrecken 278. 299. 300. 307. 312 u. f.
Grundstreckenpfeiler 331. 332. 333.
Gruppenbau 302 u. f.
Gruppenschaltung der Sprengschüsse 256. 257.
Guibal-Ventilator 528.
Gunderloch 455.
Gurdynamit 159. 216.

Haase 395.
Haber, Schlagwetterpfeife 477.
Häuerarbeiten 132 u. f.

Digitized by Google

„Hakenschläge“ 26. 30.
Halbedelsteine 36.
Halbgelatinöse Sprengstoffe 212.
— Wettersprengstoffe 226. 227. 230.
Haldenberge beim Spülversatz 397.
Haldensturz 285. 341.
Halmzündung 231.
Halterner Sande 64.
Hammerbohrmaschinen 190. 197 u. f. 205.
Handbohrmaschinen 161 u. f.
— stoßende 175.
Handfäustel 154.
Handhabungsichere Sprengstoffe 223.
Handversatz 342. 343. 413.
— Zusammendrückbarkeit 342. 343. 422.
Hangender Flözzug (Saarbezirk) 53.
Hannibal-Pumpe 414.
Hardy Pick Co., Keile 155.
„Harnische“ 22.
Harzé 540.
Harzer Erzgänge 12. 40.
Haspel, Luftverbrauch 206.
Hasse 433.
Haton de la Goupillière 345. 424. 436. 447.
Hattinger Überschiebung 60.
Hatzfeld 491. 595.
Hauhinco G. m. b. H. 142.
Hauptflöz, Leitflöz 53. 55 u. f.
Hauptförderstrecken 299. 300. 312. 317.
Hauptmulden u. -sättel 16.
Hauptquerschläge 297. 307. 308.
Hauptsperre 492. 494 u. f.
Hausse 23. 426. 429.
Haußmann 118.
Heberle 268.
Hecker, Dr. 268.
Hedwigswunsch, Steinkohlengrube 400.
Heilbronn, Steinsalzbergwerk 417.
Heim 20.
Heinhold, Dr. 229.
Heise 245. 441. 444.
Heiße Quellen 6.
Helene, Steinkohlengrube 152. 204.
Helium 444.
Hellessen-Elemente 243.
Hempel-Lampe 480.
Herbig, Dr. 352.
Herbst 158. 432. 443.
Hereintreibearbeit 154 u. f.
Hermann I, Steinkohlengrube 291.
Herner Verwerfung 60.
Herwegen 82.
Herzkämper Mulde 59.
Hibernia, Steinkohlengrube 401. 459. 467. 468. 515.
Hilfschächte 298.
Hilt 470.
Hinselmann, Luftschleuse 550.
Hintereinanderschaltung der Sprengschüsse 256. 257.
— — Ventilatoren 539. 540.
Hinz 206.
Hochbrechen von Aufbrüchen 310. 311.
Hochofenschlacke beim Spülversatz 396. 398.
Hochstrate 379.
Höfer von Heimhalt 19. 21. 23. 441.
Höhenlinien 17.
Höhenzahlen 279.
Höhlenbildung 8.
Höing, Rud., Strahldüse 576.
Hohendahlsche Zange 235.
Hohenthalschacht (Mansfeld) 229.
Hohenzollern, Kalisalzwerk 420.
— -Ventilator 528. 529.
Hoher Meißner 44.
Hohlgestänge 94.
Hohlraumausfüllungen 35. 37.
Hohlraumschießen 274.
„Holländer“ 96.
Holland, Steinkohlengrube 148.
Hollender 467.
Holzapfel 22. 70.
Holzer Konglomerat 65.
Holzhängeschächte 281.
Holzlutten 573.
Horste 4. 23. 34.
— im Ruhrbezirk 59.
Huhn 201.
Humboldt, Maschinenfabrik 549.
Humuserde 46.
Humuskohle 46. 47.
Humussäuren 6.
Hundt 266. 407. 410.
Hydraulischer Keil 156.
Hydraulische Tiefbohrung 104. 105.
Hydro-Apparate-Bauanstalt 508.
Hydromat 104.
Hydrostatische Geschwindigkeitsmesser 507. 508.
Hygrometer 448.

Ibbenbüren 53.
Ihering v. 524.
Ilseder Hütte 267.
Imprägnationslagerstätten 35. 37.
Inde-Mulde 53. 70 u. f.

Digitized by Google

Infusorienerde 11.
Inkohlung 46.
Innenzündung 230.
Innere Zündung für Lampen 587. 590 u. f.
Interferometer 477.
Isolations-Übersteckhülse 254.
Isolierbolzen 252.
Isothermischer Wirkungsgrad 583.

Jäger 112.
Jakobschacht (Mähr.-Ostrau) 541.
Janssen 426.
Jentsch 245.
Jičinský 596.
Joesten 221. 274.
Junkers 443.
Jura 3. 12.

Kältemantel 442.
Känozoische Periode 3. 12.
Kaiserstuhl, Steinkohlengrube 577.
Kaiser Wilhelm II., Steinkohlengrube 291.
Kalisalzbergbau 327. 416 u. f.
— Spülversatz 410. 411. 412.
Kalisalze 12. 36. 37.
Kalkgebirge, Lagerstätten 35. 41.
Kalksteinbildung 11.
Kambrium 3. 12.
Kammerbau 419 u. f.
„Kanonenschießen“ 272.
Karbon 3. 12.
Karbonados 105.
Karbonitfabrik 259.
„Karbons“ 105.
Katharina, Leitflöz 53. 55 u. f. 71.
— Steinkohlengrube 413. 415.
Kayser, E. 3.
Kegel 143. 395. 412. 417. 422. 431. 510. 536.
Kegeleinbruch 271.
Keilarbeit 154 u. f.
Keileinbruch 271.
Keilhauenarbeit 138 u. f.
Kellermann, Magnetverschluß 593.
Kernfänger 106. 107.
Kernrohr 107.
Kesselasche beim Spülversatz 396. 398.
„Kesseln“ 521.
Kettenschrämmaschinen 148. 149.
Keuper 12.
Kies 6. 10.
Kindscher Freifall 89. 90.
Kippgefäße 486.
Kirchlinder Störung 60.
Kirst 464.
Klammerverschluß für Lutten 572.
Klaubberge 345.
Klauenverschluß für Lutten 572.
Klein 277.
Klerner, Bohrhammersteuerung 191.
Klingspor 267.
Klockmann 40.
Klötzeldämme 561.
Kluftbildung 5.
Kluftspalten 22.
„Knälle“ 5. 424.
Knallquecksilber 207.
Knallquecksilberkapseln 233. 234.
Kneuse 386.
Knochenhauer 454.
Köbrich 111.
Köhler 22. 335.
Kölner Bucht 61. 64.
König Ludwig, Steinkohlengrube 360. 364.
Königsborn, Steinkohlengrube 143.
Königsgrube, Steinkohlengrube 394.
— (Wurmrevier) 471.
Körting, Gebr. 540.
— — Strahlgebläse 578. 583.
Kohl 222.
Kohlauer Mulde 78.
Kohle, Entstehung 45 u. f.
Kohlenkalk 12. 52.
— im Aachener Bezirk 72.
Kohlenkarbonit 208. 212.
Kohlenoxyd 208. 439. 454 u. f.
Kohlensäure 6. 46. 47. 208. 451 u. f.
Kohlensäureausbrüche 453.
Kohlenschneider 152 u. f. 206.
Kohlenstaub 482 u. f.
Kohlenstaubexplosion 483 u. f.
Kohlenstaubgefahr 451. 485 u. f.
Kohlenstaubsicherheit der Sprengstoffe 224.
Kohlentränkverfahren 157.
Kohlmann, Dr. 43. 462. 540.
Kohrmann 406. 407.
Koksbildung in Kohlenflözen 44.
Kokskohle 54.
— in Oberschlesien 74.
Kombiniertes Schießen 275.
Kompression 499 u. f.
Komprimiertes Pulver 213.
Kolbe 427.
Kollodiumwolle 216.
Konglomerat 10.

Digitized by Google

Konkordanz 11.
Konkretionen 36. 37.
Kontaktlagerstätten 35.
Kontaktzonen 80.
Kontinentale Tiefbohrgesellschaft 100. 109. 110. 120.
Kopfführung in Schächten 289. 290.
Kopplin 252.
Korallenkalk 11.
Korfmann, H. 167. 192.
— — Bohrhammersteuerung 191.
— — Bohrmaschine 162.
— — Kurzschlußklemme 253.
— — Luttenventilator 579. 583.
— — Überhaubohrmaschine 127.
Kornpulver 213.
Korrektion der Anemometer 504. 505.
Korten 426.
Kosten der Berieselung 488.
— — Gesteinstaubverwendung 491.
— des Spülversatzes 414. 415.
Kowastch 260.
Kraftbedarf der Wetterführung 544.
Kratze 137.
Krefelder Sattelhorst 71.
Kreide 3. 11. 12. 13.
— im Ruhrbezirk 61. 63 u. f.
— in Niederschlesien 77.
Krenzlinie 24. 25. 26.
Kristalline Schiefer 10.
Krückel 87.
Krückenkratze 137.
Krümmer beim Spülversatz 403. 404. 405. 406.
Krull 524.
Krusch 35. 50. 58. 71.
Kruskopf, Kippgefäße 489.
— Leichtlutten 573.
— Sandbesatz 275.
— Türlöscher 489. 490.
Krypton 444.
Kubisches Gedinge 133.
Kühlhaltung der Grube 441 u. f.
Künstlicher Wetterzug 521 u. f. 541.
Küntzel 75.
Küppers, Dr. 455. 478.
Kulm 12. 52.
— in Niederschlesien 76.
Kukuk, Dr. 44. 45. 50. 56. 59. 71.
Kupfererze 12.
Kupferschiefer 37. 44. 62.
Kupferschieferbergbau, Mansfelder 281. 355. 356.
Kurbelstoßbohrmaschine 183.
Kurl, Steinkohlengrube 33. 387.
Kurzawka 76.
Kurzschlußklemme 253.

Lachmann 30.
Ladedichte 210.
Längengedinge 133.
Längsprofil 20. 278.
„Läufe" 312.
Lager 37. 38.
Lagerstätten 34. 35. 36. 37. 43. 44.
Laligant 464.
Lampen 585 u. f.
Landschütz 261.
Lange, Lorcke & Co. 120. 121. 124.
Laske 453.
Lauersche Reibzündung 236.
Laufklärung für Spültrübe 414.
Laufschächte 283.
Lava 5. 6.
Lazisker Schichten 53. 73.
Leaia-Schicht (Saarbezirk) 53.
Legeisen 155.
Lehmann, Dr. 21. 30. 33. 427. 429.
Lehm beim Spülversatz 396. 397. 398. 413.
— im Ruhrbezirk 65.
Leimbach, Dr. 81.
Leitschichten im Saarbezirk 69.
Leitungen für elektr. Schußzündung 250 u. f.
Leitungsprüfer 254 u. f.
Lemaire 461.
Leopoldshall, Kalisalzwerk 458.
Lepidodendron 49.
Leschot 105.
Lettenbesteg 22. 40.
Levetsche Keilvorrichtung 156.
Leyendecker 397.
Lias 12.
Lichtenberger 417.
Lichtlöcher 280.
Limnische Kohlenbildung 48. 67.
Linde v. 259. 260.
„Linsen" 37. 41.
Lintorfer Erzbergbau 12. 22. 40. 61.
Lippe-Mulde 59.
Lisse 243. 245. 261.
Löffelhaken 93.
Lösungstrecken 298. 323. 324.
Löß 9. 11.
Löwy 81.
Loos 143.
Lotgesellschaft m. b. H. 118.

Digitized by Google

Lottner 37.
Lotung von Bohrlöchern 117. 118.
Louisenthal, Steinkohlengrube 470.
Lück 403.
Luftbedarf des Menschen 439.
Luftdruck und Explosionsgefahr 469.
Luft, geologische Wirkungen 9.
Luftschleusenverschluß 549 u. f.
Lugau-Ölsnitzer Steinkohlenablagerung 78.
Luttenbewetterung 565. 568 u. f. 574.
Luttenventilatoren 206. 578 u. f.

Mackscbe Druckwassersprengung 158.
Macnab, Besatz 223.
Mächtige Lagerstätten, Abbau 385 u. f.
Mänicke 161.
Maeßsches Anemometer 505.
Magerkohle 48. 54.
— im Aachener Bezirk 71.
— in Niederschlesien 77.
Magerkohlengruppe (Ruhrbezirk) 53. 55 u. f. 286. 294.
— (Saarbezirk) 68.
Magmatische Ausscheidungen 35. 37.
Magneteisensteinlager 38. 81.
Magnetelektrische Zündmaschinen 239 u. f.
Magnetische Schürfarbeiten 81.
Magnetverschluß 587. 592 u. f.
Mallard 473.
Malm 12.
Mammutbagger 414.
Mandelstein 90.
Manganerzlagerstätten 41. 42. 43.
Manometrischer Wirkungsgrad der Ventilatoren 534. 535.
Mansfelder Kupferschiefer 37. 44. 281. 355. 356.
Mantellampen 594.
Mantel-Strahldüse 577. 583.
Marbach, Dr.-Ing. 427. 435.
Maria Nr. 6, Leitflöz 71.
Marine Abrasion 7. 8.
Markscheide-Sicherheitspfeiler 431. 432. 433.
Marmaros, Steinsalzbergbau 424.
Marmor 12.
Marsaut-Lampen 594. 595.
Martin 260.
Marvin, Bohrmaschine 182.
Maschinenhalter für Handbohrmaschinen 164.
Maschinenkammern, Herstellung 435 u. f.
Massengedinge 133.
Massenkalk 11.
Massen, Steinkohlengrube 33. 392.
Matte Wetter 439.
Matthiaß 253.
Mattkohle 47.
Mausegatt, Leitflöz 36, 53, 55 u. f. 59.
Mautner, Dr.-Ing. 434.
Maximilian, Steinkohlengrube 245.
Mayer, J. 596.
Mechanischer Wirkungsgrad der Ventilatoren 532. 533.
Meeresbrandung 7. 8. 9.
Meerschaum 36.
Meggener Erzlager 61.
Meines Stratameter 116.
Meinhardtscher Anzünder 235.
Meißel 88.
Meißelbohren 85 u. f.
Meißelformen der Bohrer 174. 175.
Meißellehre 91.
Meißner 157. 159. 485. 486.
Meißnersche Bewetterung 569.
Melaphyr 10. 44.
Mentzel 30. 44. 102. 156.
Mergel 10.
Mergelsicherheitspfeiler 297. 432.
Meridian, magnetischer 14.
Mertens 258.
Mesozoische Periode 3. 12.
Meßbrücke als Minenprüfer 255.
Meßstationen 506.
Metargon 444.
Metasomatische Lagerstätten 35. 37.
Methan 46. 47. 458 u. f.
Meuskens 599.
Meuß 434.
Meyer 414. 587.
Michael 73. 74.
Miedziankit 221.
Mikromanometer 501.
Minenprüfer 255.
Minette 12. 38.
Minettebergbau 281. 330. 331. 334. 417.
Mintrop, Dr. 50. 56.
Miocän 12.
Mischanlagen beim Spülversatz 397 u. f.
Mittelalter der Erde 3. 12.
Mittelgebirge 4.
Mittelschenkel bei Überschiebungen 29.
Mladek 74. 75.
Möllerschächte, Steinkohlengrube 62.
Mönkemeier 602.
Moltke, Minettebergwerk 331.
Mommertz 409.

Mont Cenis, Steinkohlengrube 143.
Monte Catini (Kupfererzstock) 41.
Moränen 8.
Morgenstern, Steinkohlengrube 291.
Morin 344. 433. 464. 467.
Münningscher Zeitzünder 250.
Müseler-Lampe 594.
Muffenverbindung für Lutten 571.
Mulden 15 u. f.
Multiplikationsdruckmesser 501.
Murgue 510.
Muschelkalk 12.
— in Oberschlesien 76.
Muldenschächte 284.
Mummenthey 411.
Myslowitzgrube, Steinkohlengrube 404. 416.

Nachbarflöze, Abbau 325. 344.
Nachfall 313. 345.
Nachflammen der Schüsse 209.
Nachlaßschraube 87.
Nachlaßvorrichtung nach Raky 99. 100.
Nachschwaden 268. 476.
Naßwärmegrad 449.
Natürlicher Wetterzug 517. 541. 543. 544.
Nebelbildner 486.
Nebeneinanderschaltung der Ventilatoren 538. 539.
Nebenschächte 290.
Nebenschluß bei Zündleitungen 254.
Neigungsmesser (Tiefbohrung) 118.
Neocom 12.
Neon 444.
„Nester“ 37. 41.
Neu-Iserlohn, Steinkohlengrube 143. 465.
Neumühl, Steinkohlengrube 496. 515. 550. 552.
Neutrale Zone 440.
Neuzeit der Erde 3. 12.
New Moss, Steinkohlengrube 291.
Nickel-Kadmium-Akkumulator 600. 605.
Niederschlesischer Steinkohlenbergbau 328.
Niederschlesische Steinkohle 49. 53. 54. 71 u. f.
Niemann 586.
Nieß 341. 427. 433.
Nitroglyzerin 215.
Nitroglyzerinpulver 212.
Nitrose Dämpfe 208.
Nobel 159.
Normalform für Lampendrahtkörbe 590.
Norresscher Anzünder 235.

Oberer See, Kupfererzbergbau 282. 290. 291.
Oberharzer Erzgänge 12. 40.
Oberhohndorfer Verwerfung 79.
Oberkarbon, deutsches, Vergleichstafel 53.
Obernkirchener Abbau 354.
Oberschlesischer Steinkohlenbergbau 328. 335 u. f.
Oberschlesische Steinkohle 49. 53. 54. 73 u. f.
Oberwerksbau 295.
Ochsenfuß 91.
Ochwadtscher Depressionsmesser 500. 501.
Ölschiefer 12.
Ölsicherheitslampe 479.
Örterbau 417. 418.
Örterbremsberge 319.
Örtliche Staubstreuung 492.
Offene Lampen 474. 584 u. f.
Ohmmeter als Minenprüfer 255.
Oligocän 12.
Organische Ablagerungen 11.
„Orgeln“ 336. 340.
Orlauer Störung 75.
„Ort“ 307.
Ortsquerschläge 278. 303. 304. 309. 351.
Orzescher Schichten 53. 73. 74.
Osnabrücker Steinkohlenablagerung 53. 65. 66.
Osterfeld, Steinkohlengrube 515.
Ostrauer Schichten 53. 73. 74.
Otten 552.
Ottweiler Schichten 53.
Overhoff 427.

Pabst 260. 261.
Paläozoische Periode 3. 12.
Papplutten 573.
Paralische Kohlenbildung 48.
Parallelbohrverfahren 272.
Parallelschaltung der Sprengschüsse 256. 257.
— — Ventilatoren 538. 539.
Parallelstrecken s. Begleitstreckenbetrieb.
Paruschowitz, Bohrloch 441.
Pelzer-Ventilator 529. 530.
Pennsylvanischer Steinkohlenbergbau 394.
Pennsylvanisches Seilbohren 103.
Perchloratit 1—3 220.
Perchloratsprengstoffe 220. 226. 230.
Perioden der Erdgeschichte 11. 12.
Perm 3. 12.

Digitized by Google

Petit 510. 512. 517. 562.
Petroleumsande 36.
Pfeilerbau 304. 328 u. f. 333. 334 u. f. 376. 377. 383. 407.
— beim Scheibenbau 386 u. f.
— oberschlesischer 335 u. f.
Pfeilerbruchbau im Braunkohlenbergbau 338 u. f.
Pfeilerschüsse 424.
Phosphorbandzündung 590. 597.
Phosphorite 12.
Phyllitformation 12.
Physikalische Aufschlußarbeiten 81.
Pick-Quick-Schrämmaschinen 150 u. f.
Pielerlampe 479.
Pieper 380.
Piesberg 53.
Pikrit 212.
Pinnhacke 139.
Planetengetriebe an Drehbohrmaschinen 167.
Planitzer Flöz 79.
Platindrahtglühzünder 238.
Platinseifen 12. 42. 43.
Plauenscher Grund 78.
Pliocän 12.
Plötzliche Gasausbrüche 461 u. f. 467.
Pocher 583.
Porphyr 10.
Porzellaneinlagen in Spülleitungen 403. 404. 405.
Potonié 45.
Prämiengedinge 133.
Pressungsgebiete 427 u. f.
Preßkopf 113.
Preßlufthacken 140 u. f. 145. 206.
Preßluftstoßbohrmaschinen 176 u. f.
Prietze 43.
Primus-Sprung 60.
Prinz von Preußen, Steinkohlengrube 393.
Produits, Steinkohlengrube 291.
Produktives Karbon 12.
Prosper, Steinkohlengrube 407. 550.
Proterozoische Periode 12.
Pütz 397. 405. 406. 414.
Pulsatorbohrmaschine 185.
Pulverprobe 503.
Pulversprengstoffe 212 u. f.
Pumpe zur Spülbohrung 95.

Quartär 12. 385.
Quartus-Sprung 60.
Quellen des Liegenden 13. 308. 425.
Querbau 392 u. f.
Querörterbau 420.
Querprofil 278. 279.
Querschläge 307 u. f.
Querverwerfungen 21.
Quintus-Sprung 60.
Quiring 20. 159.

Radbod, Steinkohlengrube 444. 466.
Radioaktive Aufschlußarbeiten 81.
Radowenzer Schichten 53.
Radschrämmaschine 149.
Räumnadel 231.
Raibl, Zinkerzlagerstätten 42.
Raketchenzündung 231.
Rakysche Bohreinrichtung 98 u. f.
Rammelsberg 12. 38.
Rammkeil 155.
Ramsbecker Erzgänge 61.
Rand-Bergbau s. Transvaal.
„Rapid"-Bohrverfahren 102.
Raseneisenerz 12.
Rasenhängebank 285.
Rateau-Ventilator 530 u. f.
Rath 443.
vom Rath 41.
Raubbau 324.
Rauben der Zimmerung 335. 337.
Recklinghausener Erdbeben 5.
Recklinghauser Sandmergel 64.
Red Jacket, Kupfererzbergwerk 291.
„Regnen" in Schächten 450. 518.
Reibungselektrische Maschinen 239.
Reibungszahl des Wetterstroms 510.
Reibzündung 590.
Reichsland, Kalisalzwerk 222.
Reiser 204.
Resorzinatkapseln 234.
Rheinbabenschächte, Steinkohlengrube 62.
Rheinelbe, Steinkohlengrube 515.
Rheinisches Schiefergebirge 4. 59.
Rheinisch-Westf. Sprengst.-A.-G., Zeitzünder 250.
Rheinisch-westfälisches Steinkohlenbecken s. Ruhr-Lippe-Steinkohlenbecken.
Rheinpreußen, Steinkohlengrube 102. 290. 344. 550.
Richter 166. 411.
Richterschächte, Steinkohlengrube 402
Richtschächte 282.
Richtstrecken 278. 299. 300. 317.
Riebecksche Montanwerke 412.
Riemann 41.

Ringdüse 577.
Robinson-Schalenkreuz 506.
Rodatz 410. 411. 422.
Rodehaue 139.
Rohde, Gesteinstaubkasten 495.
Rohrbündel 113. 114.
Rohre (Tiefbohrung) 112.
Rohrgestänge 94. 95. 96.
Rohrheber 113. 114.
Rohrleitungen beim Spülversatz 403 u. f.
Rohrquerschläge 309.
Rohrsäge 115.
Rohrzange 92.
Rollen 322. 323.
Rollkasten 322. 323.
Rollöcher 318. 322. 323. 357. 358. 370. 371.
Ronchamp, Steinkohlengrube 291.
Rosenkranzlagerung 43.
Rosenmüllersches Anemometer 505.
Rosenthal 450.
Rossenbeck 413. 443.
Roßleben, Kalisalzwerk 410.
Rothkegel 427.
Rothschönberger Erbstollen 281.
Rotliegendes 12. 77. 78. 79.
Rubin 36.
Rudaer Schichten 53. 73. 74.
Rüböllampe 584.
Rückläufige Wetterführung 553. 554.
Ruhr-Lippe-Steinkohlenbecken 50 u. f.
— Deckgebirge 61 u. f.
— Flözgruppen 55, 56.
— Generalstreichen 15
— Querprofil 15.
— Verwerfungen 60.
Ruhrthaler Maschinenfabrik, Bohrmaschine 177.
Rumberg 464.
Rumpfgebirge 4.
Rußkohlenflöz (Sachsen) 79.
Rutschenbau 302. 305. 306. 313. 326. 358 u. f. 363. 378.
Rutschschere 89. 90. 104.
Rutschstreifen 19. 22. 26.
Rybniker Schichten 73. 74.

Saarbrücker Steinkohlenbecken 49. 53. 54. 66 u. f.
— Deckgebirge 70.
— Steinkohlenbergbau 328.
Saarsprung 66. 69.
Sachsen, Steinkohlengrube 444.
Sachsen-Weimar, Kalisalzwerk 266.
Sächsische Steinkohlenbecken 49.
Ver. Sälzer & Neuack, Steinkohlengrube 397.
Sättel 15 u. f.
Sättigungsgrad 448. 449.
Säulen-Schrämmaschinen 145 u. f.
Salbänder 39.
Salzlagerstätten 11. 36. 37.
— im niederrheinischen Bezirk 62.
Sand 6. 10.
— beim Spülversatz 396. 397. 398.
Sandgewand 72.
Sandpumpe 83. 84.
Sandschiefer 10.
Sandstein 10.
— im Abbau 424. 425.
Satanella-Überschiebung 60.
Sattelflöze 53. 328. 335. 336.
Sattelflözschichten 73 u. f.
Sattelschächte 284.
Sattel- und Muldenregel 27. 28.
Sauerstoff 445 u. f.
Saugende Luttenbewetterung 574.
— Wetterführung 545. 546.
Schachbrettbau 418. 419.
Schachtbaufelder 285.
Schachtdeckelverschluß 547. 548.
Schachtelhalme 49.
Schachtscheibe 286 u. f.
Schachtsicherheitspfeiler 284. 416. 432. 433. 434.
Schachtstuhl 311.
Schachtteufen 290. 291.
Schachtverschlüsse 547 u. f.
Schachtwetterscheider 552. 553.
Schächte 281 u. f.
— gebrochene 283.
— tiefste 290. 291.
— tonnlägige 282. 283.
— vorgeschlagene 283.
Schaffler & Co. 241.
Schalenkreuz 506.
Schaltung der Sprengschüsse 256. 257.
Schaper 23.
Schappe 83.
Schaufel 137.
Schaufelstellung bei Ventilatoren 526.
Schausten 461.
Scheerer 453.
Scheibenbau 385 u. f. 390.
Schember 148.
Schichtenfolgen 11. 12.
Schichtgesteine 10. 11.
Schichtlohn 132.
Schiefertongebirge im Abbau 425. 426.

Digitized by Google

Schießbaumwolle 159. 216.
Schießnadel 231.
Schießschalter 244.
Schlackensand beim Spülversatz 405.
Schladebach, Bohrloch 111. 441.
Schlägel 154.
Schlägel und Eisen, Steinkohlengrube 152.
Schlagbohrmaschinen 190 u. f.
Schlagendes Bohren 189 u. f.
Schlagende Wetter 439. 473.
Schlagwetteranzeiger 476 u. f.
Schlagwetterexplosion 471 u. f.
Schlagwetterpfeife 477.
Schlagwettersicherheit der Sicherheitslampen 595.
— — Sprengstoffe 224.
Schlagzündung 590.
Schlagzylinder 86.
Schlammlöffel 92.
Schlangenbohrer 160.
Schlechten 327. 328. 351.
Schleppungen 26.
Schleppungsfalten 30.
Schleswig, Steinkohlengrube 32. 60.
Schleuderräder 523 u. f.
Schleuderthermometer 448.
Schlottergebläse 524. 579.
Schlüsselstollen 281.
Schmelzfluß-Ausscheidungen 35. 37.
Schmidtsche Regel 23.
Schneckenbohrer 83.
Schnellschlagbohrung 84. 97 u. f. 118.
Schönbein 159.
Schönebecker Glockenbau 423.
Schollenbildung 4.
Schornstein-Lampen 594.
Schrader 422. 423.
Schrägbau 364. 365. 366. 434.
Schrägbohrung 119 u. f.
Schrämarbeit, maschinelle 144 u. f.
Schrämeisen 139.
Schrämkronen 147.
Schrämkuppelung 147.
Schrämmaschinen 145 u. f. 360.
Schrämverfahren mittels Wasserstrahls 144. 145.
Schraubenkeil 156.
Schraubenräder 523. 524.
Schraubentute 92. 93.
Schreibende Depressionsmesser 507. 508.
Schreibkreide 11. 12.
Schrotbohrung 107.
Schrumpfung der Erdrinde 3. 13 u. f.
Schüchtermann & Kremer 530.
Schürbank & Charlottenburg, Steinkohlengrube 144.
Schürfarbeiten 80. 81.
Schürfbohrung 82. 119 u. f.
Schüttelrutschen-Abbau 301. 302. 313. 380. 397. 434.
Schüttelrutschen-Förderung 354.
Schüttelrutschen, Luftverbrauch 206.
Schüttungsverhältnis 345. 425.
Schütze 76.
Schuh, Dr. 81.
Schuppenbäume 49.
Schuppenlagerung 30. 31.
Schutzglas an elektr. Lampen 602.
Schwadowitzer Schichten 53.
Schwahn 412.
Schwarzer Jura 12.
Schwarzpulver 207. 208. 213 u. f.
Schweben 330. 333. 422.
Schwebender Pfeilerbau 332. 408.
— Rutschenbau 363.
— Stoßbau 361. 374 u. f. 382. 383.
— Strebbau 353 u. f. 381.
Schwebende (Strecken) 318.
„Schwefelmännchen" 231.
Schwefelwasserstoff 439. 457.
Schwelgase 439.
Schwelkohle 47.
Schwemann 344.
Schwemmstein 11.
Schwerstange 88. 104.
Schwimmendes Gebirge im Ruhrbezirk 64.
Sedimente 10. 11.
Sedimentrohr 107.
Segen-Gottesgrube, kons., Steinkohlengrube 453.
Seidl 402. 403. 407. 410. 422.
Seifen 12. 35. 37. 42. 43.
Seifengold 80.
Seigerriß 278. 279.
Seigerschächte 282. 283. 286. 287.
Seilbohren 103 u. f.
Seilschlagbohrvorrichtung 101.
Seippel, Lampen 585. 586. 597.
— Lampenzündung 591.
— Magnetverschluß 592. 593.
Seismos, G. m. b. H. 81.
Seitenführung in Schächten 288 u. f.
Seitenverschiebungen durch Abbau 427.
Sekundus-Sprung 60.
Selbecker Erzgänge 12. 22. 40. 61.
Selbsterhitzung der Kohle 443.
Selbstzug in Lutten 569.

Digitized by Google

Senkungsvorgänge durch Abbau 426 u. f.
Senon 12.
— im Ruhrbezirk 64.
Serlo 335.
Settle-Patrone 223. 224.
Shamrock, Steinkohlengrube 488. 563. 587.
Sicherheits-Kurzschlußklemme 253.
Sicherheitslampe 474. 478. 586 u. f.
Sicherheitspfeiler 331. 332. 333. 341. 395. 416. 431 u. f.
— für Schächte 284.
Sicherheitsprengstoffe s. Wetterspreng-stoffe.
Siegelbäume 49.
Siegel Feodor 120.
Siegener Maschinenbau A.-G., Vorschubvorrichtung 198.
Siegfried I, Kalisalzwerk 291.
Siemens & Halske 241. 248. 249.
Siemens-Schuckertwerke 524.
— — Freihand-Drehbohrmaschine 169.
— — Schießschalter 244. 245.
— — Stoßbohrmaschine 183.
Sigillaria 49. 50.
Silkstone, Steinkohlengrube 490.
„Silundum" 107.
Silur 3. 12.
Simplex-Zündmaschine 240.
Siriuszünder 265.
Sobrero 159.
„Sohle" 307.
Sohlenbildung 291 u. f.
Sohlenpfeiler 331. 332. 333.
Sohlenstrecken 312 u. f. 357.
Solenoid-Bohrmaschinen 182.
Sole zur Spülbohrung 95.
Sollstedt, Kalisalzwerk 418.
Solquellen im Ruhrbezirk 64.
Sommeiller, Bohrmaschinen 160.
Sonderbewetterung 557. 565. 575 u. f.
Sonne, geologische Wirkung 9.
Sonnenschein, Leitflöz 53. 55 u. f.
Sonheur 471.
Spaltenbildung 5.
Spaltglühzünder 238. 247 u. f. 256 u. f.
Spaten 137.
Sperenberg, Bohrloch 441.
Sperrensicherung 486. 492 u. f.
Spezialmulden und -sättel 16.
Sphärosiderite 36.
„Spiegel" 22.
Spiegelfläche 19.
Spiralbohrer 83.
Spitzkeil 154.
Spitzkratze 137.
Spoth 596.
Sprengarbeit 159 u. f. 270 u. f. 474. 481.
Sprenggelatine 207. 212. 217.
Sprengkapseln 230. 232 u. f. 268.
Sprengkraft 210.
Sprengluftgesellschaft m. b. H. 261. 268.
Sprengluft-Sprengkapsel 264. 265.
Sprengluftverfahren 212. 259 u. f.
Sprengöl 159. 215.
Sprengpulver 208. 212 u. f. 230.
— 1—5 213.
Sprengpumpe 156.
Sprengsalpeter 212. 214. 215. 230.
— 1—5 215.
Sprengstoffe 206 u. f.
Sprengstofflager 228 u. f.
Sprengwirkung 210.
Springbühnen in Aufbrüchen 311.
Sprünge 19 u. f. 23 u. f.
— im Ruhrbezirk 60.
Sprungwinkel 25. 26.
Spülbohren 94 u. f.
— auf Erdöl 94.
Spülschächte 281. 290. 403.
Spülversatz 342. 343. 387. 394 u. f. 403. 407. 408. 410 u. f.
Stabzünder 247.
Stach 504. 507. 524.
Staffelbrüche 23.
Stahlbohrkronen 106.
Standklärung für Spültrübe 414.
Standrohr-Bohrmaschinen 163.
Standwasser 323. 324.
Stangenschrämmaschinen 150 u. f. 206. 350. 360.
Stapel 293
Stapelbau 301. 302. 309.
Stapelschächte 278. 298. 311. 312. 351.
Stappel s. Stapel.
Starkstromleitung als Schußzündung 244.
Stassart 461.
Staßfurter Kammerbau 420.
Statischer Druck 501. 502.
Staubexplosion 483 u. f.
Staurohr 507.
Stegemann 126. 288. 289. 290. 324.
Steinkohle 11. 12. 45 u. f. 54.
Steinkohlenbecken, deutsche 50 u. f.
Steinkohlengebirge, rheinisch-westfälisches 52 u. f.
Steinkohle, Pflanzenwelt 49. 50.

Digitized by Google

Steinsalz 12. 36. 37.
Steinsalzbergbau 424.
Stein- u. Kohlenfallkommission 306. 345. 386. 400.
Stellschraube 87.
Stephan, Frölich & Klüpfel 404. 405.
Stettbacher 264.
Steuer 414.
Stickende Wetter 439.
Stickoxyde 208. 209. 439. 458.
Stickstoff 445 u. f. 447. 448.
Stigmaria 49. 50.
Stockumer Sattel 58.
„Stockwerke" 37. 42.
„Stöcke" 37. 41. 42. 43.
Störungen 19.
— betriebliche Bedeutung 33. 34. 380. 381.
Störungszonen 21. 39.
Stollen 279. 280. 281.
Stollenausrichtung 298.
Stollengrube 281. 518. 519.
Stoßbau 369 u. f. 382.
— beim Spülversatz 407.
— in mächtigen Flözen 385. 387. 388. 391. 392.
— schwebender 361. 374 u. f.
— streichender 370 u. f.
Stoßbohrmaschinen 176 u. f. 205. 206.
Stoßbohrmaschinenbetrieb mit fahrbarem Kompressor 184.
Stoßendes Bohren bei der Sprengarbeit 174 u. f.
Stoßende Tiefbohrung 83. 85 u. f.
Stoßortbetrieb 372.
Stoßspülung 398. 399.
Stoßtränkverfahren 157 u. f. 486.
Strebbau 348 u. f. 381.
— diagonaler 355. 356.
— firstenbauartiger 351.
— mit Aufrollen der Bremsbergfelder 300. 305. 306. 326. 352. 353. 378.
— schwebender 353 u. f.
— streichender 307. 349 u. f.
Strebschrämmaschinen 149.
Streb- und Pfeilerbau, vereinigter 376, 377. 383.
Streckenventilatoren 581.
Streichen 14. 15.
Streichender Strebbau 349 u. f. 381.
— Stoßbau 370 u. f. 382.
Streifenkohle 47.
Streuströme 252.
Stromleitungstüren 558.
Stromquellen der elektr. Zündung 238 u. f.
Stromquellenprüfer 255.
Stromverteilungstüren 558. 561.
Strosse 307.
Strossenbau 358.
Strossenverhieb 438.
Strutt 3.
Stürzrollen 322. 323. 357. 358.
Stufen der Erdgeschichte 11. 12.
Stuhlkrückel 91.
Südlicher Hauptsprung im Saarbezirk 21. 66. 69. 80.
Südüberschiebung in Belgien 31.
Suess 32.
Sulzbach, Steinkohlengrube 387.
Sulzer, Gebr., Maschinenfabrik 171.
Sumpfgas 46. 458 u. f.
Sumpfquerschläge 309.
Sumpfstrecken 317.
Sutan-Überschiebung 29. 60.
Syngenetische Lagerstätten 35. 37.

Taffanel 483. 484. 490.
Tagebau 1. 277.
Tagebrüche 430. 431.
Talfurchung 7.
Tamarac, Kupfererzbergwerk 291.
Tarifverträge 134.
Tecklenburg 82. 83.
Teilsohlen 278. 301. 306. 307. 316.
Teilstreuung mit Gesteinstaub 492 u. f. 496.
Teilstrombildung 555 u. f.
Tektonische Erdbeben 5.
Temperament der Grube 513. 543. 544.
Terrassenverwerfungen 23.
Tertiär 3. 12.
— im Ruhrbezirk 61. 63. 64. 65.
— in Oberschlesien 76.
Tertius-Sprung 60.
Tetrylkapseln 234.
Thiel 453.
Thiele 124.
Thumannsche Bohreinrichtung 100. 101.
Thyssen Aug. 409.
Thyssen & Co. 404.
Tiefbau 277. 281.
Tiefbohrung 82 u. f.
— deutsche 85 u. f.
— Diamantbohrung, 105 u. f.
— drehende 83. 84.
— englische 85.
— Leistungen und Kosten 118. 119.
— Lotverfahren 117. 118.
— stoßende 83. 85 u. f.

Tiefe Bohrlöcher 441.
Tirmannsche Schlagzündung 236.
Ton 10.
Toneisenstein 36.
Tonnlägige Schächte 278. 282. 283. 286.
Tonschiefer 10.
Tonschiefergebirge im Abbau 425. 426.
Tonstein (Saarbezirk) 53.
Torf 12. 45 u. f.
Torfdolomite 44. 71.
Torkret G. m. b. H. 567.
Totlaufen von Brüchen 425.
Tourtia 63.
Tränkgefäß für Sprengluftpatronen 261.
Tränkungslagerstätten 35. 37.
Tränkung von Handversatz 413.
Transportbremsberge 319.
Transvaal, Goldlagerstätten 37. 282. 291.
Trappe, Steinkohlengrube 33.
Traß 11.
Trauzl, Bleimörserprobe 211. 212. 275.
— Bohrverfahren 102.
Treibfäustel 154.
Treibkeil 155.
Treppenverwerfungen 23.
Treptow E. 26. 335.
— J. 78. 416.
Trias 3. 12.
Trinitroglyzerin 215.
Trippe 157. 158.
Triumph-Bohrmaschine 177.
Trockentemperatur 449.
Trog 137.
Trotylkapseln 234.
Trümmergestein 10.
Trümmerlagerstätten 42.
Trüstedt 81.
Tübben, Dr. 150. 471.
Tuff 5. 11.
Tunnelbau 436.
Turon 12.
— im Ruhrbezirk 64.

Überhaubohrmaschinen 126 u. f.
Überhauen 278. 318.
Überkippung 16.
Überschiebungen 19. 28 u. f. 33. 34.
— im Ruhrbezirk 60.
Uhrwerk-Anemometer 505.
Ulmen 307.
Umfangsgeschwindigkeit der Ventilatoren 535.
Umsetzvorrichtung an Bohrhämmern 192. 193.
— — Stoßbohrmaschinen 179.
Unfälle bei der elektr. Zündung 258.
— — Schießarbeit mit Sprengluft 269. 270.
— — Sprengarbeit 267 u. f.
Ungarischer Steinsalzbergbau 424.
Ungefrierbare Dynamite 217.
Unschädliche Teufe 427.
Untere Luftzuführung an Sicherheitslampen 594.
Unterhössel 385.
Unterwerksbau 293 u. f. 318. 358. 372.
Urgneisformation 12.
Urschieferformation 12.
Urzeit der Erde 3. 12.
Uthemann 570. 572. 583.

v. Vángels Bohrverfahren 104.
Veith 36.
Velberter Erzgänge 12. 22. 40. 61.
Venta, Lampenfabrik 603.
Ventilatoren 522 u. f.
Ventilbohrer 83. 84.
Verdichtungswärme 442.
Verdrückungen in Lagerstätten 43.
Vereinigter Streb- und Pfeilerbau 376. 377. 383.
Verhiebarten 327. 328.
Verkehrtspülung 95. 96.
Verkohlung, natürliche 46.
Verkokung von Kohlenflözen 44.
Verrohrung 111.
Versager 268.
Versatz s. Bergeversatz.
Versatzberge, Beschaffung 345.
Versatzgut 342. 343. 396. 397. 411.
Versatzleinen 372. 373. 409.
Verschiebungen 31 u. f.
— im Ruhrbezirk 60.
Verschiebungspalten 22.
Verschläge beim Spülversatz 408 u. f.
Verschlußhaube für Schächte 547.
Versuchstrecken für Sprengstoffe 223 u. f.
Vertaubung von Lagerstätten 44.
Verwerfungen 19 u. f.
— im Aachener Bezirk 72.
— — Ruhrbezirk 60.
— — Saarbezirk 69.
Verwitterung 6.
Viktoria, Steinkohlengrube 150. 304.
Vivian 116.
Vogt 35.

Digitized by Google

Volf 465.
Volkenroda, Kalisalzwerk 291
Vollstreuung 492 u. f.
Volmer 395.
Volumenmaschinen 522.
Volumenmesser 507. 508.
Volumenvermehrung der Grubenwetter 480.
Vorbohren 124. 323. 324.
Vorflutstörungen 430.
Vorgeschlagene Schächte 283.
Vorrichtung 277. 278. 299 u. f.
— in Flözen 304 u. f.
Vorschubeinrichtungen für Bohrhämmer 194 u. f.
Vulkanische Gesteine 10.
Vulkanismus 5. 6.
Vulkanzünder 265.
Vullride, Einsatzschneiden 160. 161.

Wabner 541.
Wachsmann 428.
Wärmeausgleichsmantel 441.
Wärmemantel 442.
Wärmeschutz für Strecken und Lutten 444.
Waldenburger Flözgruppen 53. 76. 77. 78.
Wandersperre 492. 493. 494. 496.
Wangen 307.
Wannen-Mischanlagen beim Spülversatz 402. 403.
Warme Quellen 443.
Waschberge 345. 367.
— beim Spülversatz 396. 398. 413.
Wasserdampf 448.
Wasserentziehung durch Abbau 431.
Wasser, geologische Wirkung 6 u. f.
Wasserklärung beim Spülversatz 413. 414.
Wasserlösung durch Bohrlöcher 124 u. f.
Wasserlosungstollen 280.
Wasser, Neubildungen 8. 9.
Wassersäcke 293. 323. 324.
Wasserseige 307.
Wasserspülung an Bohrhämmern 199.
— an Stoßbohrmaschinen 181.
Wasserstoff 457. 458.
Wasserstofflampe 479.
Wasser- u. Abwasserreinigung G. m. b. H. 414.
Wattenscheider Sattel 58.
Wealden 12.
Weber 304. 410.
— Gesteinstaubverteiler 493.
Wechsel 19. 28 u. f.
Wechselklappen beim Spülversatz 406. 407.
Wedding 142. 201. 493.
Wegfüllarbeit 136.
Wein, Dr. 454.
Weindl Kaspar 159.
Weise, Dr. 150.
Weißer Jura 12.
Weißer Mergel 64.
Weitungsbau 419 u. f.
Wellblechlutten 570. 571.
Werne 453.
— Steinkohlengrube 291.
van Werveke 38.
Westermann 295. 296.
Westfalen, Steinkohlengrube 291. 292. 301. 444.
Westfalia-Abbauhammer 140. 141.
— -Bohrhammersteuerung 191.
— -Freihand-Drehbohrmaschine 166. 167.
— -Handbohrmaschine 163.
— -Kohlenschneider 152.
— -Krümmer 406.
— -Luttenventilator 579.
— -Streudüse 576.
Wetter-Agesid A 228.
— -Ammonkahücit A—B 227.
Wetteranzeiger 476 u. f.
Wetter-Arit A—B 228.
— -Astralit A 227.
— -Baldurit A 227.
— -Bavarit A—B 227.
Wetterbedarf 444.
Wetterbohrlöcher 126 u. f.
Wetterbrücken 561. 562.
Wetter-Carbonit A 228.
Wetterdämme 561.
Wetter-Dahmenit A 227.
Wetter-Detonit A 208. 212.
— — A—B 227.
— -Donarit A—B 227.
Wetterdurchhiebe 569.
Wetter-Fördit A 227.
Wetter, frische, giftige, matte, stickende 439.
Wetterführung 439 u. f.
— abfallende 542.
— aufsteigende 541. 542.
— blasende 545. 546.
— grenzläufige 553. 554.
— rückläufige 553. 554.
— saugende 545. 546.
Wettergardinen 560.
Wetterhut 518.

Wetterkreuze 561. 562.
Wetterleinen 567.
Wetterleinenlutten 573.
Wetterleistung 515. 516.
Wetter-Lignosit A—B 227.
Wetterlösung durch Bohrlöcher 124 u. f.
— -Markanit A 228.
Wettermaschinen 522 u. f.
Wettermenge 536.
— Formel der 509.
Wettermeßstellen 506.
Wetter-Nobelit A—C 228.
Wetteröfen 521. 522.
Wetterpaß 314.
Wetterquerschläge 308. 309.
Wetterriß 562.
Wetterrösche 314. 315. 565. 568.
Wetter-Salit A 227.
Wetterschächte 282. 544 u. f. 553.
Wetterscheider 552. 553. 565. 566 u. f.
Wetter-Siegrit A 227.
Wettersohlen 297.
Wetter-Sonnit A 227.
Wettersprengstoffe 159. 208. 212. 223 u. f.
Wetterstammbaum 562 u. f.
Wetterstrecken 278. 317. 318.
Wetterstrom, Gefälle 497 u. f.
Wettertüren 558 u. f.
Wetterüberhauen 306. 318.
Wetterumstellvorrichtung 542.
Wettervorhänge 560.
Wetter-Wasagit A—B 228.
— -Westfalit A—C 227.
Wetterwirtschaft 439 u. f.
Wetterzug, künstlicher 521 u. f. 541.
— natürlicher 517. 541. 543. 544.
Wieschermühlenstörung 33.
Willert 50. 66.
Willing 430.
Wind als Wetterbewegungsmittel 518.
Winkhaus, Dr.-Ing. 232. 484.
— 443. 444.
Winter, Dr. 454.
Winterhoff P. C., Maschinenfabrik 414.
Wintershall, Kalisalzwerk 268.
Wirkungsgrad, isothermischer 583.
Wirtz, Bandverschluß 571.
— Winkelstücke 573.
Wittener Mulde 58.
Wolff 18.
Wolf, Lampen 135. 587 u. f. 591. 598.
Wolskis Bohrverfahren 104.
Würfel & Neuhaus, Luttenverbindungen 572.
Wunstorf 62. 71.
Wurmkrankheit 450.
Wurm-Mulde 53. 70 u. f.

Xenon 444.

Zechstein 12.
— im Ruhrbezirk 61. 62. 63.
Zeißsches Interferometer 477.
Zeitbegriffe, geologische 3.
Zeitzünder 249. 250.
Zementierbohrlöcher 82.
Zementspritzverfahren 567.
Zentrale Wetterführung 553.
Zentralzündung 245.
Zentrifugalventilatoren 524.
Zerreißung von Gebirgschichten 19.
Zerrsprung 20. 21. 22.
Zerrungsgebiete 427 u. f.
Zimmermannsche Regel 26.
Zinkerze 12. 41.
Zinnerze 12. 42. 43.
Zix 225.
Zünder, elektrische 237 u. f. 246 u. f.
Zünderprüfer 254 u. f.
Zündleitungen 250 u. f.
Zündschnüre für Sprengluftpatronen 264. 265.
Zündschnurzündung 230 u. f.
Zündstreifenzündung 590. 591.
Zündung der Sprengluftpatronen 263 u. f.
— — Sprengschüsse 207. 230 u. f.
— durch einen Zündkanal 230. 231.
Zugelassene Sprengstoffe 224.
Zusammengesetzte Gänge 39. 40.
Zusammenhalt des Gesteins 135.
Zusammenpressung von Bergeversatz 343. 344.
Zweckel-Auguste-Viktoria-Sattel 69.
Zweckel, Steinkohlengrube 62.
Zweifach-Mischung 588.
Zweiseitig saugende Ventilatoren 527.
Zwickauer Steinkohlenbecken 78. 79.
Zwillingschächte 286.
Zwillingskabel 252.
Zwischensohle 304.
Zwischensperre 492. 494. 496.
Zwischenstücke bei der Tiefbohrung 87.

Druck von C. G. Röder G. m. b. H., Leipzig. 888222.

Digitized by Google

Lehrbuch der Bergbaukunde mit besonderer Berücksichtigung des Steinkohlenbergbaues. Von Professor Dr.-Ing. **F. Heise,** Direktor der Bergschule zu Bochum, und Professor Dr.-Ing. e. h. **F. Herbst,** Direktor der Bergschule zu Essen. In 2 Bänden.

Zweiter Band. Grubenausbau. Schachtabteufen. Förderung. Wasserhaltung. Grubenbrände, Atmungs- und Rettungsgeräte. Dritte und vierte verbesserte und vermehrte Auflage. Mit 695 Abbildungen. 1923. Gebunden GZ. 11

Kurzer Leitfaden der Bergbaukunde. Von Professor Dr.-Ing. e. h. **F. Heise,** Direktor der Bergschule zu Bochum, und Professor Dr.-Ing. e. h. **F. Herbst,** Direktor der Bergschule zu Essen. Zweite, verbesserte Auflage. Mit 341 Textfiguren. 1921. GZ. 5.2.

Der Grubenausbau. Von Bergingenieur **Hans Bansen** in Tarnowitz. Zweite, vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 498 Textfiguren. 1909. Gebunden GZ. 8

Beobachtungsbuch für markscheiderische Messungen. Herausgegeben von **G. Schulte** und **W. Löhr,** Markscheider der Westf. Berggewerkschaftskasse und ord. Lehrer an der Bergschule zu Bochum. Vierte, verbesserte und vermehrte Auflage. Mit 18 Textfiguren und 15 ausführlichen Messungsbeispielen nebst Erläuterungen. 1922. GZ. 2.4.

Zahlentafeln der Seigerteufen und Sohlen bzw. zur Berechnung der Katheten eines rechtwinkligen Dreieckes aus der Hypotenuse und einem Winkel. Nebst einem Anhang für die Verwandlung von Stunden in Grade. Von Markscheider Dr. **L. Mintrop,** ord. Lehrer an der Bergschule zu Bochum. Sechste Auflage. 1922. GZ. 1

Einführung in die Markscheidekunde mit besonderer Berücksichtigung des Steinkohlenbergbaues. Von Dr. **L. Mintrop,** Bochum. Zweite, verbesserte Auflage. Mit 191 Figuren und 5 mehrfarbigen Tafeln in Steindruck. Unveränderter Neudruck. 1920. Gebunden GZ. 6

Physik und Chemie. Leitfaden für Bergschulen von Dr. **H. Winter,** Leiter des berggewerkschaftlichen Laboratoriums und Lehrer an der Bergschule zu Bochum. Mit 114 Textfiguren und einer farbigen Tafel. 1920. GZ. 3.4

Leitfaden der Hüttenkunde für Maschinentechniker. Von Dipl.-Ing. **K. Sauer.** Zweite, durchgesehene Auflage. Mit 82 Textfiguren. 1922. GZ. 1.8

Die Grundzahlen (GZ.) entsprechen den ungefähren Vorkriegspreisen und ergeben mit dem jeweiligen Entwertungsfaktor (Umrechnungsschlüssel) vervielfacht den Verkaufspreis. Über den zur Zeit geltenden Umrechnungsschlüssel geben alle Buchhandlungen sowie der Verlag bereitwilligst Auskunft.

Digitized by Google

Die Bergwerksmaschinen. Eine Sammlung von Handbüchern für Betriebsbeamte. Unter Mitwirkung zahlreicher Fachgenossen herausgegeben von Diplom-Bergingenieur **Hans Bansen**, Lehrer an der oberschlesischen Bergschule zu Tarnowitz.

Erster Band: Das Tiefbohrwesen. Unter Mitwirkung von Diplom-Bergingenieur **Arthur Gerke** und Diplom-Ingenieur Dr.-Ing. **Leo Herwegen** bearbeitet von Diplom-Ingenieur **Hans Bansen.** Zweite Auflage. In Vorbereitung

Zweiter Band: Gewinnungsmaschinen. Bearbeitet von Diplom-Bergingenieur **Arthur Gerke**, Diplom-Bergingenieur Dr.-Ing. **Leo Herwegen,** Diplom-Bergingenieur Dr.-Ing. **Otto Pütz** und Diplom-Ingenieur **Karl Teiwes.** Zweite Auflage. Mit etwa 393 Textfiguren. In Vorbereitung

Dritter Band: Die Schachtfördermaschinen. Zweite Auflage.

I. Teil: Grundlagen des Fördermaschinenwesens. Bearbeitet von Privatdozent Dr.-Ing. **Fritz Schmidt.** Mit 178 Textabbildungen. Erscheint im Frühjahr 1923

II. Teil: Die Dampffördermaschinen. Bearbeitet von Diplom-Bergingenieur **Hans Bansen.** In Vorbereitung

III. Teil. Die elektrischen Fördermaschinen. Von Professor Dr.-Ing. **E. Foerster.** Mit 81 Textabbildungen. Erscheint im Frühjahr 1923

Vierter Band: Die Schachtförderung. Bearbeitet von Diplom-Bergingenieur **Hans Bansen** und Diplom-Ingenieur **Karl Teiwes.** Zweite Auflage. Mit etwa 402 Textfiguren. In Vorbereitung

Fünfter Band: Die Wasserhaltungsmaschinen. Von Diplom-Ingenieur **Karl Teiwes.** Mit 362 Textfiguren. 1916. Gebunden GZ. 18

Sechster Band: Die Streckenförderung. Von Diplom-Bergingenieur **Hans Bansen.** Zweite, vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 593 Textfiguren. 1921. Gebunden GZ. 18

Die Förderung von Massengütern. Von Professor **Georg von Hanffstengel.** Charlottenburg.

Erster Band: Bau und Berechnung der stetig arbeitenden Förderer. Dritte, umgearbeitete und vermehrte Auflage. Mit 531 Textfiguren. 1921. Gebunden GZ. 11

Zweiter (Schluß-) Band: Förderer für Einzellasten. Dritte Auflage. In Vorbereitung

---

Die Drahtseilbahnen (Schwebebahnen). Ihr Aufbau und ihre Verwendung. Von Dipl.-Ing. **P. Stephan,** Regierungs-Baumeister, Professor. Dritte, verbesserte Auflage. Mit 543 Textabbildungen und 3 Tafeln. 1921. Gebunden GZ. 15

Berechnung elektrischer Förderanlagen. Von Dipl-Ing. **E. G. Weyhausen** und Dipl.-Ing. **P. Mettgenberg.** Mit 39 Textfiguren. 1920. GZ. 2,4

Die Drahtseile als Schachtförderseile. Von Dr.-Ing. **Alfred Wyszomirski.** Mit 30 Textabbildungen. 1920. GZ. 2,4

Taschenbuch für den Fabrikbetrieb. Bearbeitet von zahlreichen Fachleuten. Herausgegeben von Professor **H. Dubbel,** Ingenieur, Berlin. Mit 933 Textfiguren und 8 Tafeln. 1923. Gebunden GZ. 15

Die Grundzahlen (GZ.) entsprechen den ungefähren Vorkriegspreisen und ergeben mit dem jeweiligen Entwertungsfaktor (Umrechnungsschlüssel) vervielfacht den Verkaufspreis. Über den zur Zeit geltenden Umrechnungsschlüssel geben alle Buchhandlungen sowie der Verlag bereitwilligst Auskunft

Digitized by Google

Digitized by Google

THIS BOOK IS DUE ON THE LAST DATE
STAMPED BELOW

AN INITIAL FINE OF 25 CENTS
WILL BE ASSESSED FOR FAILURE TO RETURN THIS BOOK ON THE DATE DUE. THE PENALTY WILL INCREASE TO 50 CENTS ON THE FOURTH DAY AND TO $1.00 ON THE SEVENTH DAY OVERDUE.

JAN 10 1936

SEP 21 1936

LIBRARY USE

JUL 16 1953

24Jul'53BC

SEP 2 1954 LU

Digitized by Google

YC 18876

573455

TN145
H35
v.1

UNIVERSITY OF CALIFORNIA LIBRARY

Digitized by Google

THIS BOOK IS DUE ON THE LAST DATE
STAMPED BELOW

AN INITIAL FINE OF 25 CENTS
WILL BE ASSESSED FOR FAILURE TO RETURN THIS BOOK ON THE DATE DUE. THE PENALTY WILL INCREASE TO 50 CENTS ON THE FOURTH DAY AND TO $1.00 ON THE SEVENTH DAY OVERDUE.

JAN 10 1936

SEP 21 1936

LIBRARY USE

JUL 10 1953

24Jul'53BC

SEP 2 1954 LU

LD 21-100m-8,'34

Digitized by Google